IMPACTO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y MERCADOS ELÉCTRICOS EN AMÉRICA LATINA Y EL ECUADOR

Byron Fernando Chere-Quiñónez | Alcira Magdalena Vélez-Quiroz
María Rodríguez-Gámez | María Isabel Vásquez-Constantine
Gino Joaquín Mieles-Mieles | Denis Fabricio García Pinargote
George Joselo Benítez Sornoza | Antonio Vázquez Pérez

Atena Editora
Ano 2023

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Bruno Oliveira
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

2023 *by Atena Editora*
Copyright © Atena Editora
Copyright do texto © 2023 Os autores
Copyright da edição © 2023 Atena Editora
Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.
Open access publication by Atena Editora

Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial
Ciências Exatas e da Terra e Engenharias
Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS

Impacto de la generación distribuida y mercados eléctricos en américa latina y el Ecuador

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I34 Impacto de la generación distribuida y mercados eléctricos en américa latina y el Ecuador / Byron Fernando Chere-Quiñónez, Alcira Magdalena Vélez-Quiroz, María Rodríguez-Gámez, et al. - Ponta Grossa - PR, 2023.

Otros autores
María Isabel Vásquez-Constantine
Gino Joaquín Mieles-Mieles
Denis Fabricio García Pinargote
George Joselo Benítez Sornoza
Antonio Vázquez Pérez

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0792-8
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.928230401

1. Energía. 2. Mercados eléctricos. 3. América Latina. 4. Ecuador. I. Chere-Quiñónez, Byron Fernando. II. Vélez-Quiroz, Alcira Magdalena. III. Rodríguez-Gámez, María. IV. Título.

CDD 621.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

El ser humano ha ido demandando cada vez más energía para su desarrollo, la mayoría de ella generada a partir de combustibles fósiles contaminantes, que contribuyen al efecto de invernadero y al cambio climático. En los últimos años las energías renovables han estado cada vez más presentes pero su uso es aún limitado en la mayoría de los países.

Hoy en día es imposible vivir sin energía. Es requerida para iluminación de vías y viviendas, la calefacción y refrigeración, la cocción de alimentos, en la comunicación y el transporte y, en general, en las diversas actividades humanas. Al igual que en la satisfacción de estas demandas, se hace también imperioso avanzar hacia el logro de un mundo menos contaminado en cumplimiento de las metas del llamado desarrollo sostenible, que nos va a permitir dejarles a las nuevas generaciones las mejores condiciones ambientales para que la vida continúe sin tantas dificultades y contingencias y sin peligro para la misma supervivencia de los seres vivos y su propio hábitat.

Las fuentes renovables de energía, como la eólica, fotovoltaica, se constituyen hoy en día en valiosos recursos más limpios que los originados en las fuentes fósiles. Estos recursos son cada vez más competitivos, en especial si se toma en consideración que permiten augurar ese desarrollo más sostenible en la Tierra.

Ecuador, con gran variabilidad en la estructura física de sus cordilleras y por su localización, adquiere una condición privilegiada en recursos renovables de energía eléctrica que favorecería la calidad de vida de sus habitantes. Desde allí se inicia las ideas de este libo que busca pasearse por las diferentes temáticas en relación a la Generación Distribuida y sus modelos de implantación y desarrollo.

Esperamos que con esta obra se genere el interés necesario para profundizar en el complejo proceso de la GD en Ecuador, para lo cual se ha organizado esta obra en cuatro capítulos sistemáticamente estructurado para que Usted como lector avance y consolide las principales ideas de esta temática.

La energía se ha convertido en uno de los pilares que soportan el desarrollo de la sociedad actual, por lo que su disponibilidad y buen uso son ya una pieza clave a la hora de determinar el éxito o el fracaso de las economías mundiales. Muy a pesar del mundo occidental, los años de energía barata y aparentemente infinita que se dieron durante gran parte del siglo XX han quedado definitivamente atrás. El nuevo siglo XXI ha dado paso a una época en la que las reservas probadas de petróleo y gas natural han dejado de aumentar año a año y el horizonte del 2050 para el primero de estos productos y 2075 para el segundo, se avizora ya como una posibilidad real para el agotamiento total de este tipo de recursos.

Ante esta circunstancia, en el desarrollo del contenido el lector podrá visualizar grandes ejes en los que se han de encuadrar las actuaciones en materia energética en relación a la Generación Distribuida para los próximos años, siendo éstos los siguientes: a) Adecuar la oferta de productos energéticos a la cobertura de necesidades, mejorando la fiabilidad del suministro de electricidad, gas e hidrocarburos; b) Fomentar la energía generada por fuentes renovables y respetuosas con el medio ambiente, duplicando su aportación al balance energético regional; c) Mejorar la eficiencia de uso de los productos energéticos, propiciando el ahorro en su empleo mediante la propuesta de medidas, tanto de carácter horizontal, como de incidencia directa sectorial, reduciendo el consumo energético en el año; y d) Minimizar el impacto ambiental de nuestro consumo energético, contribuyendo a la reducción de las emisiones de CO2 energético, reduciendo las emisiones procedentes del consumo energético en el año.

La consecución de las metas fijadas por parte de Ecuador exige no sólo la adopción de medidas legislativas que ya existen o la puesta en marcha de líneas de ayuda por parte del Ejecutivo Regional; sino también la adopción de medidas imaginativas como lo es la generación distribuida, a través de incremento del número de centros de producción de energía eléctrica de la región, acercando éstos a los núcleos de consumo con objeto de minimizar las pérdidas producidas en el transporte de estas.

La presente publicación pretende, introducir a los ciudadanos en los principios básicos en los que se sustenta la Generación Distribuida del sistema eléctrico y algunos aspectos del marco regulatorio con el fin de mostrarles sus fortalezas y puntos débiles, para fomentar un mayor conocimiento de la población sobre las tecnologías disponibles para materializarla logrando encaminar al País a un sistema eléctrico distribuido, sostenible amigable con el medioambiente y que se pueda potenciar mejorar la calidad del sistema eléctrico en las zonas aisladas del sistema interconectado.

SUMÁRIO

SUMÁRIO

INTRODUCCIÓN

Los países en la región y el orbe han producido un importante incremento en el número de instalaciones de GD. Con ello han surgido nuevos requerimientos en los Sistemas de Distribución: el incremento o reducción de las pérdidas, la necesidad de reforzar la capacidad de las líneas y subestaciones (centros de transformación) para dar espacio a los nuevos flujos de potencia inyectados por la GD o a la inversa, podría requerirse la reducción del volumen de inversiones en repotenciar en las redes (generar en puntos cercanos a la demanda reduce los flujos de energía). La conexión de estos generadores en los niveles más bajos del esquema jerárquico altera dicho esquema, planteando una serie de problemas de naturaleza técnica y regulatoria.

En el caso de Ecuador la GD está considerada en la planificación energética de este País y en este sentido la provisión de energía está garantizada en la constitución, dando paso a la creación de un marco regulatorio que propicie el establecimiento de políticas que en materia energética garanticen la sostenibilidad, es por ello la importancia del trabajo.

La GD puede servir para muchos propósitos, pero los más importantes son la autosuficiencia energética y la venta de energía a la red como lo haría cualquier otro generador, este está ganando rápidamente aceptación en Latinoamérica, y varios países están adoptando nuevas regulaciones para permitir que los pequeños generadores se conecten directamente a la red de distribución y vendan su energía excedente a la red. En países donde la GD ya estaba permitida de alguna forma, los reguladores buscan mejorar el marco para estimular el crecimiento en un sector que aumenta la capacidad renovable con un impacto ambiental extremadamente bajo, como República Dominicana, Perú, Panamá y Colombia.

Las actuales y regulaciones en la mayoría de los países de América Latina y particularmente en Ecuador no tienen la madurez y sobre todo los elementos legales, técnicos y económicos que incorporen las tarifas y medidas que permitan el acceso con costos preferenciales o eventualmente contar con normas para el libre uso de las redes para la inyección de nueva generación. Aún en países que han realizado estudios previos, no se dan criterios uniformes de la interconexión de la GD, es un modelo que requiere mucha apertura en la negociación de las partes para que se consigan los beneficios en ambas direcciones. Durante esta obra se busca establecer los posibles efectos adversos que encuentra la GD e identificar los desafíos a superar y obstáculos de la regulación para adopción de la configuración de la red de distribución.

En virtud de lo anterior el objetivo de este material consiste en analizar desde la descripción de los aspectos inherentes a la temática, la GD desde diferentes

perspectivas, para ello se ha dividido la obra en cuatro capítulos, el primero referidos a las conceptualizaciones generales sobre la GD, su clasificación, características, importancia, aspectos técnicos del mercado eléctrico. Además de hacer énfasis en las energías renovables.

Un segundo capítulo destinado a describir la GD en América Latina, se describen a grandes rasgos los proyectos de GD en Latinoamérica, el marco legal reciente en materia de energías alternativas y los modelos de negocios. En el tercer capítulo referido al mercado eléctrico en América Latina y el Caribe, las características, aspectos técnicos, modelos de negocios, modelos regulatorios. El cuarto capítulo, aborda la GD en el Ecuador.

GENERACIÓN DISTRIBUIDA

El concepto de Generación Distribuida (GD) ha surgido en los últimos años debido a la evolución que ha tenido el sistema eléctrico. Su definición se puede aproximar a la de generación de energía eléctrica a pequeña escala y próxima al consumidor.

No obstante, el empleo de este tipo de generación no es nuevo. Los primeros sistemas y redes eléctricas operaban con corriente continua, esto limitaba tanto la tensión de suministro como la distancia entre el generador y los puntos de consumo. Las centrales de generación solamente suministraban energía eléctrica a los clientes en las cercanías de la planta. Se utilizaban dispositivos de almacenamiento, como baterías, para conseguir un cierto equilibrio entre la producción y la demanda de energía eléctrica

La Agencia Internacional de la Energía (IEA), enumera cinco factores que contribuyen a esta evolución: a) Desarrollo de tecnologías de GD. b) Restricciones en la instalación de nuevas líneas de transporte. c) Crecimiento de la demanda energética. d) Liberalización del mercado eléctrico. e) El cambio climático.

Ahora bien, en las publicaciones existentes al respecto, las definiciones de GD guardan similitud, pero no son únicas y difieren en algunos aspectos. No existe una definición universalmente aceptada sobre que es Generación Distribuida y en que la diferencie de la generación centralizada, algunos de los atributos que la caracterizan son:

- No es centralmente planificada.
- No siempre es centralmente despachada.
- Usualmente conectada a la red de distribución.
- Menor a 10 MW.

El Consejo Internacional sobre Grandes Sistemas Eléctricos (CIGRE) define la GD como todos los generadores con una capacidad máxima de entre 50 MW a 100 MW conectados al sistema eléctrico de distribución, y que no están diseñados ni despachados de forma centralizada. Esto último, implica que la GD no forma parte del control del operador de la red eléctrica de transporte. Por tanto, no considera GD a los generadores instalados por las compañías eléctricas y que son despachados por el operador de la red eléctrica de transporte.

Otra definición la ofrece el Congreso y Exposición Internacional sobre Distribución de Energía Eléctrica define la GD en base al nivel de tensión. Establece que la GD se conecta a circuitos desde los cuales se suministra directamente la energía demandada por los clientes. Asimismo, la GD posee algunas características básicas tales como la

utilización de energías renovables, cogeneración, no ser despachada.

Otros definen la GD como una fuente pequeña de generación o de almacenamiento de energía eléctrica (normalmente en un rango que oscila entre potencias inferiores a 1 kW hasta decenas de MW) que no forma parte de un sistema eléctrico centralizado y que está localizada cerca de la carga. Incluyen dentro de la definición las instalaciones de almacenamiento En la Figura 1, se muestra un esquema relacionado con la forma de conexión de la generación distribuida.

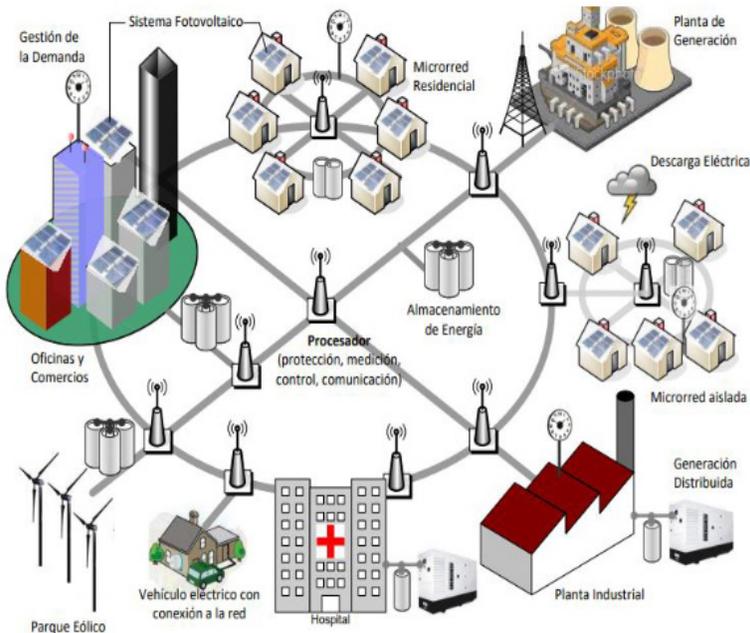



Figura 1. Generación distribuida.

Fuente: (CONELEC, 2009).

La definición más difundida es la de IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers): “Generación Distribuida corresponde a la producción de energía eléctrica mediante instalaciones suficientemente pequeñas en relación con la generación centralizada, de manera que permiten la interconexión en cualquier punto de la red, siendo un subconjunto de recursos distribuidos del sistema de distribución”.

Es evidente que existen muchas definiciones de GD, que proporcionan un amplio rango de posibles ideas de qué es este tipo de generación. Algunas definiciones incluyen las unidades de cogeneración a gran escala o grandes parques eólicos conectados a la red de transporte, mientras que otras centran su atención en los generadores a pequeña

escala conectados a la red eléctrica de distribución. Todas estas definiciones sugieren que al menos los generadores a pequeña escala conectados a la red eléctrica de distribución se consideren parte de la GD. Es más, los generadores instalados cerca de los consumos o en la red eléctrica de baja tensión con frecuencia se identifican como GD. Este último criterio prácticamente se superpone al primero, ya que muchos de los generadores conectados a la red de baja tensión también están conectados a la red eléctrica de distribución. Sin embargo, también se incluyen algunos generadores más grandes conectados a la red de transporte.

Clasificación y características de la GD

Uno de los criterios más obvios para definir la GD, se considera como la capacidad de generación de las unidades instaladas. Sin embargo, el estudio de las definiciones evidencia que no existe acuerdo en los niveles máximos de capacidad de generación, concluyendo que la capacidad de generación no es un criterio pertinente. Lo que implica que la capacidad de las unidades de generación relacionadas no es importante. Al contrario, muchas de las situaciones sobre normas, regulaciones y beneficios que se discutirán en los capítulos 3 y 4 se verán involucrados con la capacidad de las unidades de generación. Ello también es debido a que las regulaciones varían de un país al otro, la potencia de la unidad de GD también varía de país en país.

Por lo anterior se puede decir que en cuanto a los rangos de capacidad instalada los investigadores clasifican a la Generación Distribuida de forma variada, lo que se debe a lo subjetivo del criterio para calificar a sus instalaciones como “relativamente más pequeñas a las centrales de generación”. Es decir que mucho va a depender de la entidad, la región que hace la evaluación, por tanto, en la literatura a disposición consultada, se manejan diferentes rangos como, por ejemplo:

Tan sólo unos cuantos kW, por ejemplo 3 kW.

- Menores a 5 kilowatts (kW);
- Mayores a 5 kW y menores a 5,000 kW;
- Menores a 50,000 kW;
- Menores a 100,000 kW (Ver figura 2);

Aunque mucho tiene que ver el nivel de tensión al cual se integran al sistema para su aporte al SEP ya sea desde unos cuantos kW hasta próximo a cientos de MW.

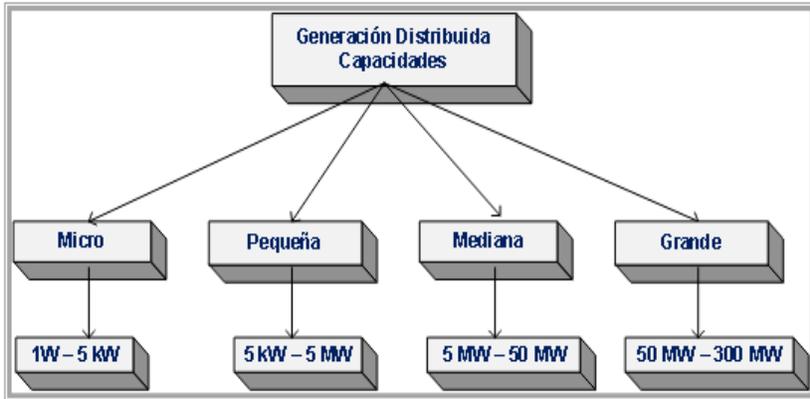



Figura 2. Clasificación de la Generación distribuida.

Fuente: (Concepto, 2022).

Otra de las clasificaciones se inclina en relación a las Tecnología Fuente de energía primaría: se interpreta por el tipo de combustible utilizado, ya sean combustibles fósiles o no fósiles. Esta clasificación no es de uso general, pero se puede destacar hoy en día en el caso de las tecnologías emergentes, que emplea nuevos tipos combustible para emprendimientos de la GD. La tecnología para algunos autores no es relevante para la definición. Por Ejemplo:

- CHP: Combinated Heat and Power (Tecnologías son aptas para recuperar el calor: Calor + Potencia)
- Modular
- Renovables y No Renovables

También se puede destacar el grupo de las tecnologías que se utilizan para la obtención simultánea de electricidad y calor -en forma de agua caliente, vapor, aire caliente- (cogeneración) o calor, frío y electricidad (trigeneración). Las fuentes de generación más utilizadas para estas tecnologías combinadas denominadas de cogeneración son los motores alternativos, las turbinas de gas, las microturbinas y las pilas de combustible. También se utilizan las turbinas de vapor (Comillas, 2009). En la Figura 3 se observa la clasificación según la tecnología empleada.

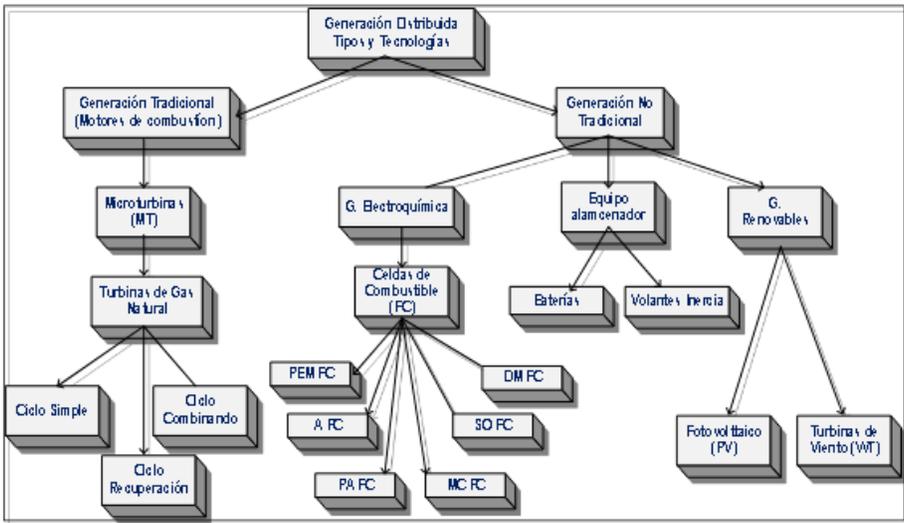



Figura 3. Clasificación según la tecnología empleada.

Fuente: (Concepto, 2022).

Existen características principales de la generación distribuida, las cuales según (ENDESA , 2022) son:

- Reduce las pérdidas en la red eléctrica. Estar más cerca del consumidor supone que las redes de transporte sean más cortas. Por lo tanto, la generación distribuida supone menos pérdidas de energía en el transporte de la electricidad desde la generación hasta el consumidor. Esto también influye en el ahorro a la hora de elevar la tensión eléctrica para su transporte.
- Mejora la fiabilidad y la calidad del sistema eléctrico. Como hay pequeñas fuentes de generación (microgeneración), repartidas por el territorio, el fallo de una de las fuentes no supone un grave problema para el sistema eléctrico.
- Potencias reducidas. Las unidades de microgeneración suelen tener potencias inferiores a 3 kW aunque en general se suele decir que no sobrepasan los 10 kW de potencia instalada.
- Energías renovables. En la generación distribuida está muy presente las energías renovables, ya que son las más adecuadas para ubicarse cerca de los puntos de consumo.

Ahora bien, por variaciones en las definiciones, las distintas acepciones se discuten por medio de una clasificación para completar el amplio concepto de la generación distribuida: A. El propósito; B. La localización u ubicación; C. Calificación por rango de capacidad; D. Área de entrega de potencia; E. Tecnologías; F. Impacto ambiental; G. Modo de Operación; H. La penetración de generación distribuida

Si bien algunas de las tecnologías se utilizan principalmente para generación gran escala, se dan casos en que su aprovechamiento a pequeña escala puede ser una solución viable. En función de la energía primaria que utilicen, estas tecnologías se pueden clasificar en dos grandes categorías: GD no renovable y GD renovable.

El primer grupo comprende aquellas tecnologías que utilizan como energía primaria combustibles fósiles: motores alternativos, turbinas de gas, pilas de combustible y microturbinas como se muestra en la Tabla 1.

Tecnologías	Energía primaria	Potencia (MW)	Rendimiento eléctrico[1] (%)	Coste inversión[2] (€/kW)	Disponibilidad comercial
Motor alternativo	Gas natural, diesel, biogás, propano	0,08-20	28-42 % (gas natural) 30-50 % (diesel) 80-85 % (cogeneración)	500-900	Actual
Turbina de gas	Gas natural, biogás, propano	0,25-500	25-60 % 70-90 % (cogeneración)	600-1400 (CHP)	Actual
Minihidráulica	Agua	0,01–10	*80-90 %*	1000-1800	Actual
Eólica	Viento	0,005–5	*43 %*	1100-1700	Actual
Solar térmica[3]	Sol	0,0002–200	*13-21 %*	3500-8000	Actual
Fotovoltaica	Sol	< 0,001–0,1	*14 %*	5000-7000	Actual
Biomasa	Biomasa		*32 %*	1500-2500	Actual
Microturbina	Gas natural, hidrógeno, propano, diesel, biogás	0,025-0,4	25-30 % Hasta 85 % (cogeneración)	900-2000	Actual (limitada)

Tabla 1. Clasificación de la GD.

Fuente: (Bauza, 2017).

EQUIPO DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA

El equipo de generación distribuida está compuesto por un Generador de Fuente Renovable (por ejemplo, paneles solares) y un Equipo de Acople a la Red (por ejemplo, un inversor que convierte la corriente continua en corriente alterna) (Argentin,gob.ar, 2022), mostrado en la Figura 4.

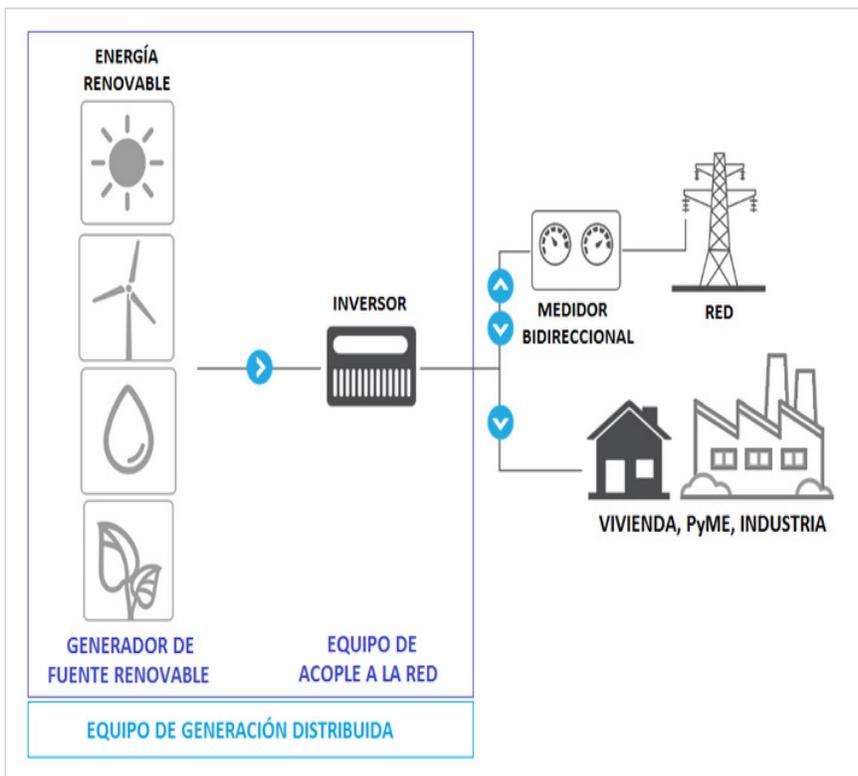



Figura 4. Equipo de generación distribuida.

Fuente: (Argentin,gob.ar, 2022).

Mediante la instalación de equipos de generación distribuida, como paneles solares u otras tecnologías, se puede generar energía para consumo propio (autoconsumo), reducir la demanda y, eventualmente, inyectar el excedente de la energía eléctrica generada a la red de distribución obteniendo una compensación económica.

ASPECTOS TÉCNICOS DEL MERCADO ELÉCTRICO

El mercado eléctrico es un sistema para efectuar las compras, a través de ofertas de compra, ventas, a través de ofertas de venta y operaciones a corto plazo, generalmente en forma de permutas financieras o swap de obligación. Las ofertas aplican los principios de la oferta y la demanda para fijar el precio. Las operaciones a largo plazo son contratos similares a los acuerdos de compra de energía y generalmente se consideran las transacciones privadas bilaterales entre las empresas.

La generación

Para algunos autores como (Concepto , 2022) la generación de energía eléctrica engloba al conjunto de procesos distintos a través de los cuales puede producirse electricidad, o lo que es lo mismo, transformar otras formas de energía disponibles en la naturaleza (energía química, cinética, térmica, lumínica, nuclear, etc.) en energía eléctrica aprovechable.

La capacidad de producir electricidad es una de las principales preocupaciones de la humanidad contemporánea, dado que su consumo se ha masificado y normalizado desde su descubrimiento en el siglo XIX, a punto tal de hacerse indispensable en la vida cotidiana. Los hogares, las industrias, el alumbrado público, incluso artefactos personales dependen de un suministro constante y estable de energía eléctrica.

Así, el consumo energético mundial va en franco aumento. Mientras que en 1900 el consumo global de energía era de apenas 0,7 TeraWatts (0,7 x 1012 W), ya en el año 2005 se estimó en unos 500 Exajulios (5 x 1020 J), equivalentes a 138.900 TeraWatts.

El sector industrial es el mayor consumidor de todos, y por ende el mundo desarrollado (el llamado Primer Mundo) es responsable de los mayores porcentajes de consumo. Estados Unidos, por ejemplo, consume el 25% de la energía generada mundialmente.

Ahora bien, la electricidad, en general, se produce en grandes instalaciones llamadas centrales o plantas eléctricas, que aprovechando distintos tipos de materia prima o de procesos naturales "fabrican" la electricidad. ara ello, en su mayoría, las centrales disponen de alternadores, que son grandes dispositivos que generan corriente alterna. Están compuestos a su vez por una bobina, que es un rollo grande y giratorio de material conductor eléctrico dispuesto en hilos, y un imán que permanece fijo.

Al hacer girar la bobina dentro del imán a grandes velocidades, se produce un fenómeno llamado inducción electromagnética: el campo magnético resultante moviliza los electrones del material conductor, creando un flujo de energía que luego deberá ser "preparada" para su distribución mediante una serie de transformadores. El asunto, entonces, está en cómo hacer que la bobina gire a grandes velocidades y de manera constante. En los experimentos llevados a cabo en el siglo XIX con electricidad, se la generaba mediante el pedaleo de una bicicleta, lo cual producía apenas una mínima cantidad, desde luego.

La demanda total del SADI es cubierta utilizando las centrales generadoras en orden creciente de acuerdo a su costo de operación por unidad de energía, es decir, se busca el despacho más eficiente y económico en todo momento. De esta forma, primero se satisface la demanda con las máquinas disponibles y de menor costo, y luego se cubren las aleatoriedades del sistema y picos de demanda con aquellas máquinas de rápida respuesta,

pero menor eficiencia y con costos de operación mayores. Estas últimas se encuentran a la espera de ser despachadas y se las denomina “Reserva de Potencia”.

El costo marginal operativo de la energía eléctrica es aquel valor del último Mega Watt-hora (MWh) despachado por la última máquina generadora. Por ejemplo, en invierno, cuando las temperaturas ex-tremas exigen una alta demanda energética (y el Gas Natural es destinado al consumo residencial para calefacción), el valor del costo marginal operativo es mayor, ya que la última máquina genera- dora tiene un costo muy elevado por su ineficiencia y por estar funcionando con combustibles alternativos al Gas Natural que son más costosos y contaminantes (fuel oil y gas oil principalmente).

La Generación Distribuida, al ser generada cerca del punto de consumo, disminuye la demanda eléctrica del sistema, y permite reducir el consumo marginal, evitando así el despacho de máquinas ineficientes.

En el caso de las plantas eléctricas, se requiere de algo mucho más sofisticado: una turbina, que es un artefacto giratorio capaz de transmitir energía mecánica a la bobina, haciéndola girar, a partir del aprovechamiento de otra fuerza. Por ejemplo, puede utilizar la caída de agua en una cascada, o el soplo constante del viento, o en la mayoría de los casos, el vapor ascendente de una buena cantidad de agua hirviendo, para lo cual hace falta a su vez generar una cantidad constante de calor, mediante la combustión de diversos tipos de materiales.

El proceso completo de la generación de energía eléctrica es la transformación de energía química en calórica (combustión), para luego convertirla en cinética y mecánica (al movilizar la turbina), y más tarde en electromagnética, es decir, en electricidad.

De ello se encargan las llamadas subestaciones o plantas transformadoras, ubicadas en las cercanías de las plantas eléctricas, y también los centros de transformación, próximos a las poblaciones consumidoras, pues su misión es modular la tensión eléctrica para hacer la electricidad transportable (alta tensión) y consumible (baja tensión).

- Cogeneración

Este apartado se centrará en las consideraciones realizadas por (López, 2018), las centrales generadoras independientes utilizan combustibles fósiles, para producir una energía térmica de baja calidad en forma de gas (gases de combustión o vapor) a alta presión y temperatura. La descompresión de estos gases genera una energía mecánica que mediante un alternador se transforma en energía eléctrica, de alta calidad; no aprovechan el calor residual que se genera, lo que conlleva a pérdidas de calor (efecto Joule), que son arrojadas a la atmósfera. De la forma convencional harían falta una central eléctrica para la generación de electricidad y una caldera para la generación de calor. El aprovechamiento de la energía química del combustible utilizado de esta manera es del

25%-40% al no aprovechar este calor residual, pudiendo ser utilizado para la producción de ACS, calefacción o generación de electricidad mediante vapor a presión mostrado en la Figura 5.

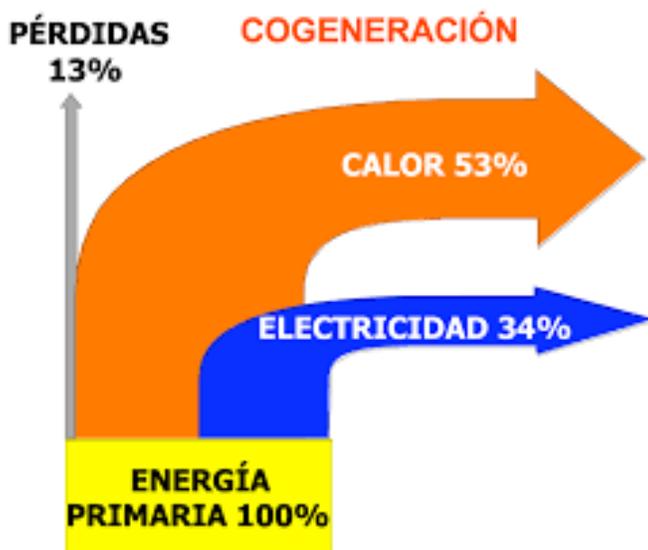



Figura 5. Generación de energía a través de la cogeneración.

Fuente: (López, 2018).

Esta tecnología se basa en la producción simultánea de energía eléctrica y energía térmica. Tiene como ventajas una alta eficiencia (cercana al 90%), menor coste de producción, un menor consumo de combustible, y menores emisiones de CO_2, por lo que es de gran ayuda a la lucha contra el cambio climático y contribuye a la sostenibilidad. Las centrales de cogeneración han de estar asociadas a un consumidor de energía térmica, de ahí su alta eficiencia por el aprovechamiento del calor residual al producir energía eléctrica, en lugar de arrojarlo a la atmósfera. Al estar situadas cerca del punto de consumo, las pérdidas eléctricas asociadas al transporte de dicha energía se reducen (se estiman unas pérdidas en torno al 25%-30% asociadas al transporte), por lo que es un beneficio para la empresa distribuidora, y se dispone de mayor margen de planeación en el sector eléctrico.

Otra ventaja que tiene su alta eficiencia energética es que, si la energía de los gases de escape de la combustión se utiliza para refrigeración mediante los sistemas de absorción, se denomina Trigeneración. Si además de esto se capturan las emisiones de dióxido de carbono, se llama cuatrigeneración (no debe confundirse con la tetrageneración, donde el cuarto tipo de energía producido es energía mecánica)

Aunque es difícil acoplarlo a viviendas particulares (lo cierto es que cada vez existen más instalaciones, denominándose específicamente microcogeneración), es mucho más favorable realizar instalaciones grandes, como en las de calefacción urbana. Si se construyen muchas centrales para la cogeneración, se contribuiría a un mejor abastecimiento energético, mayor competencia en el mercado de producción (se tiene una mayor calidad en el proceso de energía) y por tanto creación de empresas y de empleo.

Al producirse la energía en lugares cercanos al consumo, también se ahorra en materias primas y en espacio a la hora de fabricar las infraestructuras para su transporte. Cumple con la normativa ambiental, disminuye el precio de la factura eléctrica por lo que disminuyen los costes de producción. Por tratarse de generación distribuida, la cogeneración produce la electricidad en el punto de consumo o en su entorno cercano, por lo que el suministro no depende de posibles fallos en las líneas eléctricas de transporte y distribución. También elimina el costoso despliegue y mantenimiento de las redes de transporte y distribución eléctrica. La producción eléctrica de la cogeneración es predecible y garantizada; no depende de agentes externos como el viento o la radiación solar y tiene una disponibilidad casi total.

Puede funcionar mediante turbinas o motores de gas, siendo el gas natural el principal combustible, aunque también pueden utilizarse otros (por ejemplo, biogás a partir de RSU u otras fuentes de energía renovable). Aunque no se utilicen fuentes de energía renovables en esta tecnología, sí consume menor cantidad de combustible que producir energía eléctrica y térmica por separado, el esquema se muestra en la Figura 6.

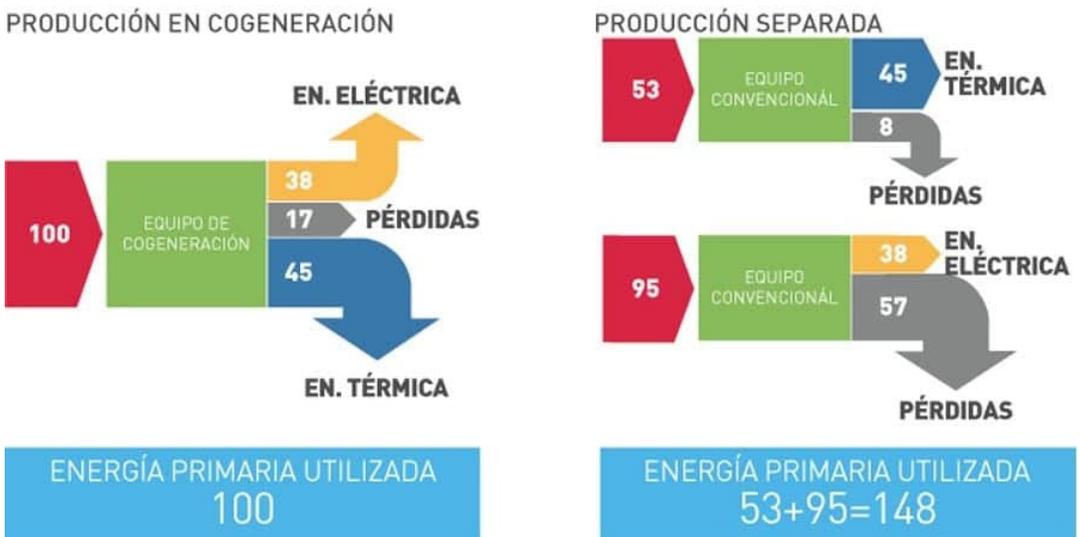



Figura 6. Diferencias entre cogeneración y producción separada.

El transporte

Una vez obtenida la electricidad, usualmente se la somete a un proceso de transformación que la prepara para su transporte a lo largo de una red de tendido, ya que la electricidad, a diferencia de otros productos y bienes, no se puede almacenar para su consumo posterior, sino que debe transmitirse inmediatamente.

Las grandes distancias entre las centrales de generación eléctrica y los puntos de consumo, la necesidad de asegurar el abastecimiento y la conveniencia de optimizar la utilización de las distintas tecnologías de generación, obligan a construir redes para el transporte de la energía eléctrica en alta tensión.

El servicio de transporte en Alta Tensión está con- cesionado en forma monopólica a TRANSENER y está compuesto por todo el sistema de 500 kiloVolts (500 kV) y algunas líneas de transporte regionales concesionadas a las llamadas “distros troncales”, en tensiones de 345 kV, 330 kV, 220 kV y 132 kV.

La distribución

Un sistema eléctrico de distribución, según (Vallejo, 2016) es la parte comprendida entre la subestación eléctrica de media tensión y los usuarios finales. El sistema está conformado por alimentado-res, subestaciones de transformación, líneas y cargas, conectados a través de nodos. La variación en las tensiones nodales y en las corrientes a través de las líneas depende de la variación de las cargas. Estas últimas, en un sistema eléctrico, se definen como la representación de la demanda de energía en un nodo.

Dicha representación puede estar asociada a un periodo específico, como la demanda pico (mono-nivel), o tener en cuenta la variación de la curva de demanda diaria del sistema (multi-nivel). Al analizar el estado operativo del sistema, es necesario tener en cuenta el tipo de carga para la interpretación de los diferentes indicadores del sistema, como las pérdidas de energía por transporte, violación de los perfiles de tensión, índice de estabilidad de tensión, cargabilidad en las líneas, entre otros.

Para conocer el estado operativo del sistema, se aplica el equivalente monofásico del sistema de distribución trifásico, y a través de un flujo de carga se obtienen las tensiones nodales y corrientes de línea; variables con las que se definen todos los indicadores del sistema. Vale la pena destacar que con la variación de las demandas nodales (curva de demanda horaria) o la inyección de potencia activa o reactiva en cualquier nodo del sistema, el estado operativo varía drásticamente.

Los valores que tomen las cargas para ambos casos pueden ser obtenidos a través de modelos determinísticos o estocásticos. Para el primer caso, los valores de carga pueden ser seleccionados a través de la creación de curvas de demanda a partir de las

cargas nodales en los diferentes sistemas de prueba. Para el segundo caso, que es el más complejo, se parte de un análisis del comportamiento del sistema en un periodo, y se encuentra así el tipo de distribución de probabilidad que mejor represente el problema; este es conocido como incertidumbre en la demanda.

Los usuarios

Los usuarios de la distribuidora sólo pueden comprar energía a la distribuidora de su área de concesión jurisdiccional y al precio definido en el cuadro tarifario correspondiente. Los precios por potencia y energía reflejados en los mismos varían entre las diferentes distribuidoras, dado que la distribución en Media y Baja Tensión depende de cada jurisdicción. En términos generales, los cuadros tarifarios dividen a los usuarios en bandas según la potencia disponible y la energía demandada.

Si bien no todas las distribuidoras utilizan la misma clasificación para definir a sus usuarios, por lo general se define una primera banda o Tarifa 1 (T1).

GENERACIÓN DISTRIBUIDA CON FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA

Energías Renovables

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2014, pág. 16), indica que la energía renovable es cualquier forma de energía de origen solar, geofísico o biológico que se renueva mediante procesos naturales a un ritmo igual o superior a su tasa de utilización. Se obtiene de los flujos continuos o repetitivos de energía que se producen en el entorno natural.

En la misma línea, (Hernández Mendible, 2013, pág. 23) define las energías renovables como todas aquellas que se extraen de fuentes que se regeneran de manera natural, lo que garantiza que no se agoten y que se consideren en principio limpias o verdes, porque contaminan muy poco, y no emiten los gases que producen el efecto de invernadero.

Las energías renovables solucionarán muchos de los problemas ambientales, como el cambio climático, los residuos radiactivos, las lluvias ácidas y la contaminación atmosférica. Pero para ello hace falta voluntad política y dinero (Santamarta, 2004).

De la misma manera, (Vivanco, 2020, pág. 1) define las energías renovables como aquellas cuya regeneración es mayor a la cadencia de uso. Por otro lado, (Carles, 2011) destaca que las energías renovables son aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, y que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica.

Según, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2011, pág. 7), el concepto de energía renovable abarca categorías heterogéneas de tecnologías. Algunos tipos de energía renovable permiten suministrar electricidad y energía térmica y mecánica, y producir combustibles capaces de cubrir las múltiples necesidades de los servicios energéticos.

Algunas tecnologías de la energía renovable pueden ser adoptadas en el lugar de consumo (en régimen descentralizado) en medios rurales y urbanos, mientras que otras son implantadas principalmente en redes de suministro de gran tamaño (en régimen centralizado).

En atención a lo expuesto, (Pereira, 2015, pág. 236) subraya que las energías renovables son el elemento estructural del derecho energético ambiental, ya que son ellas quienes articulan al medio ambiente, la energía y al desarrollo económico.

Fuentes de Energía Renovables

Se entiende por fuentes de energía renovables aquellas que por su cantidad en relación a los consumos que los seres humanos pueden hacer de ellas son inagotables y su propio consumo no afecta el medio ambiente (Gasca & Bulnes, 2010, pág. 13)

En este sentido, la (Fundación YPF, 2017) caracteriza las fuentes de energía como primarias y secundarias. Es de destacar que, se considera como una fuente primaria de energía a toda la energía que se encuentra disponible en la naturaleza y puede ser utilizada por los seres humanos para realizar actividades para transformarla, almacenarla y transportarla (Fundación YPF, 2017, pág. 7).

Adicionalmente, esta misma institución define las fuentes de energía secundaria como el resultado de transformaciones de las fuentes de energía primaria y no se encuentran en la naturaleza como recursos, sino que son generadas a partir de éstos (Fundación YPF, 2017, pág. 7).

Asimismo, declara la citada institución que las fuentes de energía que las fuentes de energía primaria, a su vez, se pueden distinguir de acuerdo a si son o no renovables. Algunas fuentes de energía renovables son la eólica, la solar, la hidroeléctrica, la geotérmica y la biomasa. En cuanto a las fuentes de energía no renovables forman parte de este grupo los llamados “combustibles fósiles” (el petróleo, el gas natural y el carbón mineral), que son de origen orgánico, y minerales como el uranio (que se utiliza como fuente de energía nuclear) (Fundación YPF, 2017, pág. 7).

Tipos de Energías Renovables

Como se puede evidenciar del apartado anterior, el concepto de fuentes de energías renovables, según (Vivanco, 2020) agrupa las que se observan en la Figura 7.

Energía hidráulica	Energía marina o de movimiento de aguas oceánicas	Energía Eólica
Biomasa/materia orgánica	Energía solar	Energía geotérmica

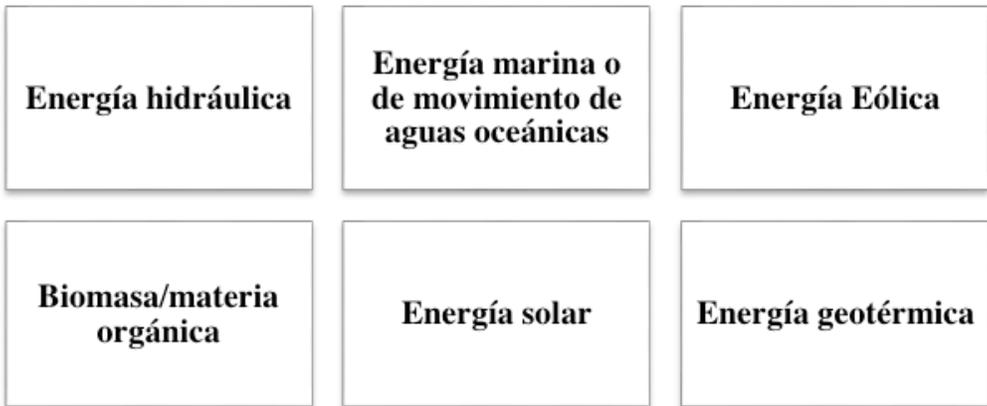



Figura 7. Fuentes de Energías Renovables

Fuente: (Vivanco, 2020).

a. Energía hidráulica

Es el caso del agua que por efecto de la energía potencial gravitatoria desciende de las montañas formando cursos de agua como ríos. El movimiento del agua río abajo genera energía cinética. Esta energía potencial se transforma en energía hidroeléctrica al pasar por turbinas de generación eléctrica (Vivanco, 2020, pág. 2).

Recopilando opciones, en esta misma línea explicativa, (IPCC, 2011, pág. 21) señala que la energía hidroeléctrica explota la energía del agua en su caída, principalmente para generar electricidad. Los proyectos de energía hidroeléctrica pueden consistir en presas con embalses, proyectos a lo largo de un río o en mitad de la corriente, y pueden abarcar todo tipo de escalas. Esta diversidad confiere a la energía hidroeléctrica capacidad para responder a necesidades urbanas centralizadas y en gran escala, pero también a las necesidades rurales descentralizadas

b. Energía marina o de movimiento de aguas oceánicas

El movimiento de las aguas marinas en océanos y mares son un almacén interminable de energía cinética, y que, utilizando la tecnología apropiada, es posible transformarla en energía eléctrica. La energía marina poder ser: mareomotriz (energía de la diferencia de mareas), undimotriz (energía del movimiento de las olas) y conversión térmica (OTEC, Ocean Thermal Energy Conversion) (energía que utiliza la diferencia térmica de los océanos) (Vivanco, 2020).

En este referente, (IPCC, 2011, pág. 21), destaca que la energía oceánica se obtiene a partir de la energía potencial, cinética, térmica o química del agua de mar, que

puede ser transformada para suministrar electricidad, energía térmica o agua potable. Es posible utilizar tecnologías muy diversas: muros de contención de la amplitud de la marea, turbinas submarinas para las corrientes de marea y oceánicas, intercambiadores de calor para la conversión de energía térmica oceánica, y una gran diversidad de dispositivos que permiten controlar la energía del oleaje y los gradientes de salinidad.

c. Energía Eólica

Se refiere a la energía contenida en las grandes masas de aire que se desplazan por la superficie del planeta producto de la acción del Viento. Es así, que la energía cinética de las masas de aire se convierte en energía mecánica para luego transformarse en energía eléctrica en una turbina eólica (Vivanco, 2020, pág. 2).

A tono con esto, la energía eólica explota la energía cinética del aire en movimiento. La aplicación de mayor interés para la mitigación del cambio climático consiste en producir electricidad a partir de grandes turbinas eólicas instaladas en tierra firme (en tierra) o en el mar o agua dulce (aguas adentro). Algunas tecnologías de energía eólica en tierra están siendo ya comercializadas y adoptadas en gran escala. Las tecnologías de la energía eólica aguas adentro ofrecen más posibilidades para conseguir avances técnicos. La energía eólica es, en cierta medida, variable e impredecible, pero la experiencia y ciertos estudios detallados en numerosas regiones indican que la integración de la energía eólica no suele tropezar con obstáculos técnicos insuperables (IPCC, 2011, pág. 21).

d. Biomasa/materia orgánica

Es la energía del Sol almacenada en la materia orgánica. Como es sabido, las plantas y algunos microorganismos tienen la capacidad de guardar esta energía en forma química mediante el proceso de la fotosíntesis. El proceso básicamente utiliza luz solar, agua y el CO_2 troposférico, para formar moléculas orgánicas compuestas de en carbono, hidrógeno y oxígeno (Vivanco, 2020, pág. 2).

De conformidad con esto, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2011, pág. 21) plantea que la bioenergía puede obtenerse mediante diversas fuentes de biomasa, a saber, de residuos forestales, agrarios o pecuarios; una rotación rápida de plantaciones forestales; cultivos energéticos; componentes orgánicos de residuos sólidos urbanos, y otras fuentes de desechos orgánicos. Mediante diversos procesos, esos materiales pueden ser utilizados para producir de forma directa electricidad o calor, o para generar combustibles gaseosos, líquidos o sólidos. Las tecnologías de la bioenergía son muy diversas y su grado de madurez técnica varía considerablemente.

Algunas ya comercializadas son las calderas de pequeño o gran tamaño, los sistemas de calefacción central por gránulos, o la producción del etanol a partir del azúcar y el almidón.

También indica el referido grupo de especialistas que las tecnologías de la bioenergía tienen aplicaciones en contextos, tanto centralizados como descentralizados, y su aplicación más extendida es la utilización tradicional de la biomasa en los países en desarrollo. La producción de bioenergía suele ser constante o controlable. Los proyectos de la bioenergía dependen generalmente del combustible disponible a nivel local y regional, aunque en los últimos tiempos parece haber indicaciones de que la biomasa sólida y los biocombustibles líquidos están cada vez más presentes en el comercio internacional (IPCC, 2011, pág. 21).

e. Energía Solar

Es la energía proveniente de la radiación electromagnética del Sol. Esta energía, en forma de calor y luz, puede aprovecharse por medio de células fotoeléctricas, heliostatos o colectores solares, que la convierten en energía eléctrica o térmica (Vivanco, 2020, pág. 3).

En este aspecto, las tecnologías de la energía solar directa explotan la energía irradiada por el sol para producir electricidad mediante procesos fotovoltaicos o mediante la energía por concentración solar, generando energía térmica (con fines de calefacción o refrigeración, y por medios pasivos o activos) para usos de iluminación directa y, posiblemente, para producir combustibles para el transporte o de otra índole (IPCC, 2011, pág. 21).

Siguiendo con los aportes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, resaltan que el grado de evolución de las aplicaciones solares abarca desde las tecnologías de I+D (por ejemplo, en la producción de combustibles a partir de la energía solar) hasta otras relativamente maduras (por ejemplo, la energía por concentración solar) o maduras (por ejemplo, la calefacción solar pasiva y activa, o la tecnología de la energía fotovoltaica con placas de silicio).

Igualmente, denotan que otras tecnologías —aunque no todas— son modulares, por lo que pueden ser utilizadas tanto en sistemas de energía centralizados como descentralizados. La energía solar es variable y, en cierta medida, impredecible, aunque en determinadas circunstancias el perfil temporal de la producción de la energía solar está bastante correlacionado con la demanda de energía. El almacenamiento de energía térmica ofrece la posibilidad de mejorar el control de la producción en algunas tecnologías, como la energía por concentración o la calefacción solar directa (IPCC, 2011, pág. 21).

“Las energías renovables como la eólica y la solar ya representan casi 80% de la nueva capacidad de generación de electricidad. Los inversores y los mercados están convencidos de su fiabilidad y competitividad”, dijo Svenja Schulze, ministra de Medio

Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania. (ONU, 2020)

f. Energía Geotérmica

Esta energía aprovecha las altas temperatura que emergen desde las capas interiores del planeta. Esta energía se manifiesta normalmente como géiseres, fumarolas, pozos de lodo hirviendo, volcanes y fuentes termales. Este calor es utilizado tanto para la generación de electricidad o bien como energía térmica (Vivanco, 2020, pág. 3).

Por su parte, (IPCC, 2011) destaca que la energía geotérmica explota la energía térmica accesible del interior de la Tierra. En esta modalidad, el calor es extraído de reservorios geotérmicos mediante pozos, o por otros medios. Los reservorios que se hallan suficientemente calientes y permeables en estado natural se denominan “reservorios hidrotérmicos”, mientras que otros, cuya temperatura es suficientemente elevada pero que es necesario mejorar mediante estimulación hidráulica, se denominan “sistemas geotérmicos mejorados”. Una vez en la superficie, es posible utilizar fluidos a distintas temperaturas para generar electricidad, o destinarlos más directamente a aplicaciones alimentadas de energía térmica, en particular la calefacción de áreas residenciales o la utilización de calor a baja temperatura extraído de pozos poco profundos y enviado a bombas de calor geotérmicas, utilizadas con fines de calefacción o refrigeración (IPCC, 2011, pág. 21).

En esta misma línea explicativa, (IPCC, 2011, pág. 21) señala que las centrales de energía hidrotérmica y las aplicaciones térmicas de la energía geotérmica son tecnologías evolucionadas, mientras que los proyectos de sistemas geotérmicos mejorados se encuentran en fase de demostración o fase piloto, y están todavía en fase de I+D. Cuando se utilizan para generar electricidad, las centrales de energía geotérmica ofrecen, por lo general, una producción constante.

Ahora bien, cada día los efectos del cambio climático se van manifestando en el mundo de manera progresiva, todo esto debido al aumento y la acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmosfera producto de la industrialización, desforestación y agricultura a gran escala. El GEI más abundante es el dióxido de carbono CO2 que resulta de la quema de combustibles fósiles, según Naciones Unidas, (2019) ONUDI., (2011) representa alrededor de dos tercios de todos los tipos de GEI.

Para mitigar esta amenaza se han hecho a nivel mundial varios acuerdos que proveen un conjunto de normas comunes y metas viables para reducir las emisiones de carbono, gestionar los riesgos del cambio climático, desastres naturales y reconstruir después de una crisis, dentro de los cuales cabe destacar: El Acuerdo de París aprobado en la Conferencia sobre el Cambio Climático (COP21) (ONU, 2020) el 12 de diciembre de

2015 y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 25 de Septiembre de 2015. Con respecto a la Agenda 2030 ANA (2018) señala que para el desarrollo sostenible, fueron planteados 17 objetivos mundiales basados en el concepto de sostenibilidad y que están interrelacionados, lo que significa que el éxito de uno afecta el de los otros.

Desde la perspectiva energética la generación de energía es el factor que más contribuye al cambio climático y según Arconel, (2020) representa alrededor del 60% del total de las emisiones mundiales de GEI, en tal sentido se hace necesaria una transición energética desde fuentes de energía no renovables como son los combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) y el uranio, hacia fuentes de energía renovables, no contaminantes tales como: energía solar, eólica, etc.

Un cambio de paradigma con la generación distribuida

Desde el descubrimiento de la corriente alterna o más particularmente de los transformadores de potencia, a fines del siglo XIX y principios del XX, según lo considera (Rujano, 2020), la generación y distribución de la energía eléctrica se ha construido a lo largo del mundo con un mismo formato: el de los Sistemas Eléctricos de Potencia. En estos podemos diferenciar tres partes bien marcadas: las centrales de generación de la energía, las redes de transmisión-distribución y los centros de consumo. Así, contamos hoy en día con sistemas ramificados que comienzan en pocas centrales eléctricas y terminan en miles o millones de hogares, comercios y fábricas.

Las centrales generadoras, cabeza de un sistema ramificado, se ubican generalmente alejadas de los lugares donde se consume la energía. Lo que viene dado por factores económicos, medioambientales, de seguridad o logísticos. Por ejemplo, las centrales térmicas se ubican alejadas de las zonas residenciales por la contaminación atmosférica, las centrales nucleares por cuestiones de seguridad se ubican en zonas con baja densidad poblacional y las centrales hidroeléctricas necesariamente se ubican sobre grandes cauces de agua. Es así que las redes de transferencia y distribución son necesariamente extensas, lo que acarrea grandes pérdidas en el transporte de la energía. En nuestro país, que no se caracteriza por abarcar una superficie pequeña, esta pérdida representa 15% de la energía producida (2014). En las últimas décadas el consumo eléctrico a lo largo del mundo se ha incrementado constantemente. En nuestro país tuvo su correlato a una tasa anual promedio del 3,04% (entre 1971 y 2014).

El mercado eléctrico según (Energetic, 2020), se transita de una situación de red unidireccional, donde la energía fluye de grandes centros de generación hacía unos consumidores que demandan electricidad de una forma muy inelástica y cuyo único papel parece ser el de abonar la factura a final de mes. La entrada de los grandes parques

generadores renovables, tanto eólicos como fotovoltaicos, ha cambiado el origen de la electricidad generada y diversificado algo más la propiedad de las instalaciones, pero seguimos teniendo el mismo esquema de funcionamiento.

Sin embargo, la reducción de costes de las energías renovables (especialmente la fotovoltaica), el uso creciente de las TICs, el desarrollo de tecnologías de almacenamiento y su abaratamiento están constituyendo unos facilitadores e impulsores para un cambio en el paradigma de funcionamiento no solo de las redes eléctricas si no del conjunto del sistema eléctrico.

Donde antes existía un flujo unidireccional, ahora se tiene un flujo multidireccional provocado por las instalaciones de autoconsumo que vierten excedentes a las redes de distribución, lo que va a complejizar su gestión.

Donde antes existía un consumidor rígido y pasivo, que consumía sin prestar atención al mercado, existe hacia el prosumidor proactivo y dinámico: el consumidor que, más allá de autoconsumir o no, gestiona sus consumos reaccionando a las señales de precio del mercado y que ganará aún más capacidad de gestión cuando los sistemas de almacenamiento se vuelvan más asequibles.

La integración de las energías renovables en proporciones elevadas dentro de la estructura de generación provocará mayores oscilaciones en los precios de mercado, lo que reforzará la actitud activa de todos los actores e incluso les ofrecerá la posibilidad de apoyar la estabilidad de las redes obteniendo un beneficio por ello. Aquí los agregadores de demanda, la generación distribuida y los sistemas de almacenamiento encontrarán un nuevo hueco.

Por otra parte, hay una tendencia a la electrificación de la demanda que va a provocar un uso más intenso de las redes eléctricas, que deben soportar este tránsito. El futuro de la movilidad pasa por la electrificación, ya sea mediante vehículos eléctricos o mediante vehículos que usen gases generados a partir de electricidad. En cualquier caso, traspasaremos a las redes eléctricas toda la carga que hoy en día se soporta con combustibles fósiles.

Por todo esto, se está inmersos en un proceso en el que las redes de distribución y transporte de electricidad van a soportar flujos más complejos y mayores volúmenes, para lo que requerirán una gestión más eficiente y explotar todas las tecnologías y herramientas de gestión a su alcance. Todo esto acarreará un gran esfuerzo en medir, procesar y controlar todo lo que ocurra en el sistema, obligando a gestionar de forma muy rápida grandes cantidades de información que permita anticipar y acortar los tiempos de respuesta.

Otras investigaciones han mencionado seis nuevos paradigmas para la generación distribuida los cuales serán descrito atendiendo a lo señalado por (García, 2020).

1. Una nueva mentalidad social a favor de la sostenibilidad y contra la contaminación.

   El coronavirus ha provocado la caída de la demanda energética. Las renovables han resistido mejor que las fuentes de energía tradicionales con récords de penetración superiores al 70% y por encima del 50% de media. La reducción de las emisiones y de la contaminación atmosférica, debida a las restricciones de movilidad, han asociado la crisis vírica a una próxima crisis climática y a la necesidad de avanzar en un uso de la energía más sostenible ambientalmente.

2. La era del consumidor pasivo termina. El reto a corto plazo es integrar las energías renovables en los edificios, los hogares, el calor y el frio y en el transporte. **El progreso de las tecnologías de eficiencia energética y gestión de la demanda.**

   La única fuente de generación que crecerá en 2020 son las energías renovables, incrementando la potencia instalada a un menor coste, con efectos directos en la reducción de emisiones, de la demanda y costes energéticos. En España la fotovoltaica se producirá a un coste próximo a cero durante la próxima década y la generación distribuida será más barata, limpia y eficiente que la centralizada, porque añade capacidad de oferta y demanda de energía flexible, la que se ajusta en tiempo real en cada centro de consumo. “La simbiosis entre el edificio de consumo de energía casi nulo, o edificio autosuficiente, y el vehículo eléctrico, a través de la carga inteligente donde la gente vive y trabaja, es el principal instrumento para electrificar la demanda.

El objetivo no será garantizar los ingresos del sector eléctrico sino garantizar que se trasladan a los consumidores las ventajas del autoconsumo y los contadores inteligentes.

3. El almacenamiento en baterías desplaza al gas fósil

   En un sistema dominado por las renovables el activo flexible más importante será el almacenamiento en todas las tensiones debido a la caída de sus costes, más rápida que la de la solar y eólica. Para 2025 se espera que el coste nivelado de la electricidad de almacenamiento solar y eólico sea más barato que las plantas de gas. La demanda de almacenamiento a pequeña escala (BTM) crecerá más del 40% cada año impulsado por el desarrollo del vehículo eléctrico, el autoconsumo, la generación distribuida y la gestión de la demanda.

   “La capacidad mundial de almacenamiento se multiplicará por diez en 2022 y las baterías en instalaciones renovables desplazarán al gas fósil, si no lo hace antes el mercado. El almacenamiento distribuido instalado junto al consumo, con aplicaciones inteligentes, conectado al autoconsumo renovable, a la carga del vehículo eléctrico

y la calefacción es el más eficiente recurso energético distribuido y el mejor activo de la red. La generación distribuida con renovables y almacenamiento pueden proporcionar los mismos servicios que las centrales de gas fósil a un coste mucho menor, obligando a la generación a seguir a la demanda, al revés de cómo funciona el mercado energético convencional"

El almacenamiento es un derecho del consumidor activo para favorecer la mayor competencia en el mercado eléctrico, ya que en la UE las grandes distribuidoras y transportistas no podrán poseer ni explotar instalaciones de almacenamiento.

4. La carga inteligente del vehículo eléctrico para descarbonizar el transporte

Se estima que tan solo el 3% de la carga de los automóviles eléctricos se producirá en tránsito y el 97% en los hogares y centros de trabajo. La flexibilidad de los vehículos eléctricos (VE) permite que se puedan cargar a cualquier hora en periodos en que los recursos de red estén más disponibles, reduciendo al mínimo la inversión en nuevas infraestructuras. Es el modelo V2G que convierte a los VE en estaciones móviles de energía, por lo que integrarlos en la gestión energética de edificios y viviendas a través de los puntos de recarga, con tarifas y redes inteligentes, acelera la electrificación y la descarbonización en la edificación y el transporte.

A partir de diciembre de 2020 todas las viviendas y edificios, nuevos y rehabilitados, deberán ser sostenibles donde se proyecte el uso de las fuentes renovables de energía para el autoconsumo, puntos de recarga y aplicaciones inteligentes. La carga inteligente del vehículo eléctrico anticipa un nuevo modelo industrial y tecnológico, un nuevo modelo de transporte sostenible, un nuevo diseño urbano y edificatorio. La iniciativa de las corporaciones locales va a ser determinante en que la recarga se transforme en un mercado abierto a la competencia de millones de autogeneradores.

5. La agregación y los agregadores independientes facilitarán la participación de los consumidores en el mercado eléctrico

La ventaja de las renovables es que permiten convertir al consumidor en cliente activo, ejerciendo el derecho a actuar como autogenerador en el mercado eléctrico, almacenar, consumir y vender su propia energía y agregarla a la de otros clientes activos para participar directamente, o mediante agregador independiente, en los mercados energéticos. Es un recurso energético distribuido de gestión de la demanda que agrupa a distintos autogeneradores mediante agregación para intervenir en el mercado eléctrico.

“Los servicios de agregación son independientes del suministrador del cliente y permiten que el autoconsumo se convierta en un elemento del sistema eléctrico con los mismos derechos que cualquier productor de energía, presentando ofertas en el mercado” La agregación aumenta la capacidad de energía flexible, incrementa la competencia abaratando los precios a los consumidores y hace posible la descarbonización.

6. Las comunidades ciudadanas de energías renovables

Las personas físicas, jurídicas, pymes o municipios tienen derecho a participar en comunidades ciudadanas de energías renovables para desarrollar proyectos locales, sin que sea su actividad principal ni con el objetivo de obtener ganancias financieras, sino beneficios sociales, medioambientales y económicos a sus socios o zonas locales en que se desarrollen. Podrán participar en todos los mercados energéticos directamente o mediante agregadores, con derecho a poseer y gestionar sus propias redes de distribución.

A partir del autoconsumo colectivo, del almacenamiento y la digitalización, las iniciativas de barrios solares, barrios inteligentes, cooperativas, comunidades energéticas y proyectos energéticos municipales se extienden por el mundo y también por España. De la madurez de la energía renovable emerge su principal virtud que es la de aproximar la generación al consumo. Representa la más alta eficiencia y la mejor oportunidad de trasladar al consumidor las ventajas del autoconsumo y de los contadores inteligentes y la única posibilidad de alcanzar los objetivos de reducción de emisiones del Acuerdo de París.

La mayor inversión en energías renovables no será eficiente ni tendrá sentido si no va acompañada de una estrategia para transformar el consumidor pasivo en consumidor activo. La transición energética depende de ello.

TECNOLOGÍA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA

Se denomina “fuentes renovables de energía” a aquella proveniente de fuentes energéticas inagotables a escala humana, que aprovechan los recursos naturales como el sol, el viento, el agua, la biomasa vegetal o animal, entre otras. Se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles, como sucede con la generación de energía eléctrica convencional, sino recursos capaces de renovarse ilimitadamente.

Se presenta a en la tabla 2 una descripción de las tecnologías de generación

teniendo en cuenta su madurez y grado de penetración en el mercado.

Tecnologías	Energía primaria	Potencia (MW)	Rendimiento eléctrico1 (%)
Motor alternativo	Gas natural, diésel, biogás, propano	0.08-20	28-42 (gas natural) 30-50 (diésel) 80-85 (cogeneración)
Turbina de gas	Gas natural, biogás, propano	0.25-500	25-60 70-90 (cogeneración)
Minihidráulica	Agua	0.01-10	80-90
Eólica	Viento	0.005-5	43
Solar térmica	Sol	0.0002-200	13-21
Fotovoltaica	Sol	<0.001-0.1	14
Biomasa	*Biomasa*		*32*
Microturbina	Gas natural, hidrógeno, propano, biogás	0.025-0.4	25-30 hasta 85 (cogeneración)
Pila de combustible	Gas natural, metano, propano, hidrógeno	1 -11	35-65 Hasta 85 (cogeneración)

Tabla 2. Tecnologías de generación renovable.

Fuente: Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.

Se considera como rendimiento eléctrico la relación entre energía eléctrica que se genera y la energía primaria aportada. Esta magnitud tiene más relevancia a la hora de comprar tecnologías de generación en las que la energía primaria aportada no sea renovable. Es por ello que las tecnologías renovables se han marcado con letra cursiva.

BENEFICIOS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA CON FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA

La Generación Distribuida, según (Robles, 2018), al estar conectada a la red del distribuidor, genera múltiples beneficios a la demanda del sistema donde está directamente conectada, así como al mercado eléctrico en general. A efectos prácticos, dichos beneficios pueden ser agrupados en económicos, técnicos y ambientales–sociales:

Beneficios económicos

- Reducción de costos en la construcción y/o ampliación de redes de transmisión. La Generación Distribuida lleva a la reducción de la necesidad de construir nuevas líneas de transmisión o repotenciar las existentes, así como de los costos de inversión, operación y mantenimiento que esta infraestructura implica. El beneficio consistiría en el ahorro para toda la demanda de electricidad, equi-

valente a la nueva inversión en líneas de transmisión y en los peajes y cargos asociados, los cuales ya no se asignarían a la demanda.

- Incremento de la seguridad energética y resiliencia del sistema y de las actividades económicas. La Generación Distribuida trae beneficios para la seguridad energética del país y para el desarrollo de las actividades económicas, dado que mitiga considerablemente el riesgo de sufrir desbalances entre oferta y demanda eléctrica a largo, mediano y corto plazo.

Su introducción aporta a la confiabilidad del sistema eléctrico en situaciones inesperadas que ponen en peligro el suministro y el buen funcionamiento de las actividades económicas, ahorrándonos costos de racionamiento y el aumento súbito de los costos marginales en dichas situaciones.

Menores costos de producción y transporte podrían implicar precios más baratos que los derivados de la generación centralizada. Energía a menores precios permitirá que el sector industrial aumente su eficiencia al reducir sus costos de producción (dentro de los cuales el precio de la energía es un elemento importante). Asimismo, su construcción y funcionamiento permite la reducción de costos de consumo de energía para consumidores regulados.

Beneficios técnicos

- Reducción de las pérdidas técnicas. Debido a que la inyección directa en las redes del distribuidor reduce la necesidad de “importar” la energía de otras zonas hacia la zona del distribuidor. El beneficio constituiría en una reducción sustancial de dichas pérdidas que favorece tanto a la empresa de distribución, al consumidor final conectado en dicho sistema y a la demanda en general.
- Ampliación de redes del distribuidor. Posibilidad de expandir el sistema de distribución, puesto que la conexión de la Generación Distribuida requiere de líneas y subestaciones, las cuales podrían ser empleadas por el distribuidor para ampliar la atención a de nuevos clientes
- Impactos positivos en el sistema del distribuidor. La introducción de Generación Distribuida influye en el comportamiento del sistema reduciendo sobre todo las pérdidas técnicas, de la misma manera en que lo hacen sistemas de compensación (por ejemplo, bancos de capacitores). El factor que los diferencia es que mientras que los capacitores solo aportan potencia reactiva, las tecnologías de Generación Distribuida aportar potencia activa y reactiva.
- Otros impactos positivos. Son liberar de capacidad al sistema, tener un mayor control de energía reactiva, mayor regulación de la tensión, disminución de inversión, menor saturación, reducción del índice de fallas, nivelación de los perfiles de voltaje al aportar potencia y energía reactiva en la red, entre otros.

Beneficios ambientales – sociales

- Reducción de emisiones contaminantes. La expansión de generación eléctrica a nivel mundial muestra una tendencia a la búsqueda de proyectos que tengan en cuenta la reducción de emisiones de monóxido de carbono (CO), azufre (SOx) dióxido de carbono ($C0_2$). De estas emisiones, el CO_2 representa el 86% del total de partículas aceleradoras del cambio climático.
- Descarbonización y transición a proyectos renovables. La principal actividad que contribuye con la emisión de CO_2 es la producción de electricidad a través de la quema de combustibles fósiles como el carbón y derivados del petróleo. La reducción del impacto ambiental o emisiones contaminantes, sobre todo cuando existen una serie de centrales de Generación Distribuida y proyectos que en su gran mayoría usan energías limpias (transición energética), contribuirán significativamente a la reducción de la emisión de gases contaminantes y a evitar mantener operativas centrales que usen combustibles fósiles (descarbonización).
- Fomento para la incorporación de nuevas tecnologías renovables. Mayor impacto ambiental se obtendrá a través de la introducción de Generación Distribuida con uso de fuentes renovables como el agua o de algún otro recurso renovable de la zona (por ejemplo, biomasa que se obtiene con los residuos de la caña de azúcar), en reemplazo de la generación basada en combustibles fósiles.
- Aumento de la frontera eléctrica. Expansión de la cobertura de los niveles de cobertura en el abastecimiento de electricidad en zonas remotas y facilidad de adaptación a las condiciones del lugar específico. En otras palabras, la Generación Distribuida puede llegar a contribuir sustancialmente a que el acceso al servicio de energía eléctrica sea total.
- Confiabilidad en el sistema por cortes de suministro. Para los usuarios implica un incremento de confiabilidad en los usuarios y disponibilidad de la fuente energética, así como una reducción en el número de interrupciones (“apagones”).

LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA CON FUENTES RENOVABLES EN ALGUNOS PAÍSES

Las capacidades energéticas de fuentes renovables de América Latina pueden coadyuvar a lograr experiencias notables ligadas al ámbito de desarrollo que permitan disminuir las brechas de desigualdad existentes en la región, pues tal como afirma (Bárcena, 2021), el sector energético renovable es un poderoso motor de crecimiento, generación de empleo e innovación. En el caso de Latinoamérica, los reportes son alentadores, asociados a esto (OLADE, 2017) enfatiza que la zona de América Latina y el Caribe, es con mucho el territorio del mundo con la mayor proporción de energías renovables.

En tal sentido, el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF, 2013) destaca que los países de América Latina y el Caribe tienen matrices energéticas más limpias que otras regiones del mundo. Esto se debe a que más del 25% de su consumo de energía proviene de hidroelectricidad y biocombustibles, colocándose, así como la región con mayor presencia de energías renovables en el planeta.

De esta forma, el informe Perspectiva global de energías renovables, de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, 2020), asegura que acelerar la adopción de las energías renovables podría brindar 3 millones de empleos a América Latina para 2050. Así, se reconoce el gran valor que tiene mejorar el desempeño de las energías renovables en los países de la región como modelo para la recuperación económica de América Latina y el Caribe (ALC).

La prospectiva de energía renovable en América Latina y el Caribe tiene un gran potencial, países como Argentina, Brasil, Chile, Perú, Bolivia, Costa Rica y México, tienen grandes posibilidades de desarrollar una industria cimentada en este recurso (Bárcena, 2021).

En esta línea, (OLADE, 2017) ofrece detalles relacionados con el uso de las fuentes de energía renovable en la región, así expone: (a) en Brasil, la mayor economía de la región, el 81% de la electricidad es producida a partir de energías renovables; (b) en Paraguay, Uruguay y Costa Rica, esa proporción llega casi al 100%. Y en muchos otros países vecinos más de la mitad del consumo eléctrico es atribuible a las energías limpias; (c) el aprovechamiento de la fuerza del agua en el subcontinente tiene una larga tradición, por sí sola, la energía hidráulica provee el 44 por ciento de la electricidad en la región; (d) mientras tanto, la electricidad sólo representa aproximadamente el 20% de la mezcla de energía de un país.

Algunos países latinoamericanos, cada vez más invierten importantes recursos para aumentan su capacidad productiva de energía basada en fuentes renovables, tal es el caso de Argentina que planea invertir en energía eólica, solar y de biomasa; Chile apuesta por la energía fotovoltaica y México prevé redoblar la producción de energía renovable (Deutsche Welle, 2021), sin embargo, algunos países siguen mostrando déficits o complicaciones para invertir en proyectos tendientes a incorporar en su matriz energética las fuentes de energía renovables. En consonancia con esto se plantea que la región está formada por países con estructuras energéticas muy distintas, con agendas disonantes y cuestiones coyunturales complejas, que obstaculiza de algún modo su avance en ámbitos de energía renovable, (Stopfer, 2021). Asimismo, (Hauser, 2021) es de la idea de que la cooperación e integración regional lo que facilitará y ampliará los beneficios de la transición energética, en la Figura 8 se muestra el comportamiento de la introducción de las FRE.

Figura 8. Energía renovable en América Latina y el Caribe.
Fuente: (CONELEC, 2009).

Potencial Energético de Energías Renovables en Brasil

En América Latina países como Brasil y Chile han tomado la vanguardia en lo que se refiere al cambio de la matriz energética actual hacia una mayor participación de las energías provenientes de fuentes renovables (Mongelluzzo, 2021).

En la necesidad de asegurar eficazmente una determinada oferta para cubrir la demanda en el campo energético y tomando en cuenta el respeto a ciertas reglas básicas de convivencia, cuidado y protección de la naturaleza, Brasil a través de los años ha diversificado el mercado el sector energético, y como resultado de ello hay una valoración positiva por parte de expertos internacionales, quienes lo consideran como uno de los principales países del orbe con una conducta favorable hacia la inversión y uso de fuentes de energías renovables.

Según ha expresado (Fernández, 2020), Brasil tiene una alta participación dentro del campo de las energías renovables que lo sitúa en el grupo de las naciones con mejor desempeño en esta área. El porcentaje de participación de las renovables en la matriz de

energía eléctrica era del 83 % en 2019, muy superior al índice mundial (28,4 %), lo que sitúa a Brasil como uno de los mayores productores de energía limpia del mundo (Fernández, 2020, pág. 1). Así, de acuerdo con el citado autor, las fuentes de energía que más crecieron fueron la solar, con 92 %, y la eólica, que aumentó un 15,5 %. La de biomasa, por su parte, aumentó un 3 %.

También ha señalado (Fernández, 2020) que, aunque existe una tendencia creciente a la implantación de energías renovables, y la proporción sobre la matriz energética es considerable, el sector brasileño renovable aún es incipiente (excluyendo la generación hidroeléctrica, en la que Brasil lidera el sector).

En esto coincide, (Bondarik, Pilatti, & Horst, 2018), cuando señalan que Brasil es líder mundial en uso de fuentes convencionales de energía renovable, como la hidroelectricidad. Sin embargo, al hablar de posibilidades relacionadas con las fuentes de energías renovables no convencionales, indican los referidos autores que Brasil aún necesita mejorar tres aspectos críticos: 1) regular el marco legal; 2) mejorar la planificación energética a largo plazo teniendo en cuenta las cuestiones sociales, económicas y climáticas; 3) las instituciones actuales que apoyan las fuentes de energía renovables no convencionales deben actualizarse, así como las agencias fuentes de energía más específicas, deben ser creado (Bondarik, Pilatti, & Horst, 2018).

Adicionalmente, los citados autores plantean que estas fuentes deben considerarse como una oportunidad estratégica para depender menos de los combustibles fósiles y grandes hidroeléctricas, descentralizar el sector de la energía eléctrica, utiliza el enorme potencial de energía solar, eólica y de biomasa disponible en el país y crear una industria amigable con el medio ambiente (Bondarik, Pilatti, & Horst, 2018).

Por ello, podría decirse que el sector de energías renovables en Brasil se encuentra inmerso en una etapa de transición, pues si bien la generación eólica y fotovoltaica incrementaron su participación en la matriz eléctrica en 2019, también lo hizo la producción de gas natural, como alternativa ante la variabilidad de las energías renovables (Fernández, 2020).

No obstante, es de aclarar que, Brasil es el tercer país del mundo con mayor capacidad instalada de energías renovables, con un total de 144 GW (hasta 2019), sólo por detrás de China (789 GW) y Estados Unidos (282 GW) (Fernández, 2020).

Potencial Energético de Energías Renovables en Chile

El sector energético, según expone el documento (Ministerio de Energía de Chile, 2015) se configura como de una urgencia de vital importancia para Chile, y en tal sentido ha puesto en marcha una Política Energética de largo plazo, con validación social y técnica

La hoja de ruta marcada transporta hacia horizontes más amplios y alimenta

metas sanas para el país, como la participación de un 70% de las fuentes renovables en la generación eléctrica, el desacople del consumo energético producto de la eficiencia energética, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y reducir los precios de la energía al nivel de los países desarrollados, entre otras (Ministerio de Energía de Chile, 2015).

Según los entendidos por sus condiciones geológicas y climáticas, Chile cuenta con excepcionales recursos naturales que lo convierten en un lugar atractivo para invertir en Energías Renovables No Convencionales (ERNC). De acuerdo con lo señalado por (Ministerio de Energía de Chile, 2015), Chile es un país privilegiado en radiación solar, especialmente en el norte de la nación. Eso le otorga la oportunidad y el privilegio de desarrollar un liderazgo de nivel mundial en generación solar. Este gran potencial ha sido utilizado para acometer enormes proyectos que prometen aumentar la capacidad eléctrica para este tipo de energía, la que en 2019 llegaba a 2,7 GW. Uno de los más recientes fue la planta de Concentración Solar en Potencia (CSP) instalada en Cerro Dominador, a 100 kilómetros de Calama (Ministerio de Energía de Chile, 2021).

Otro factor que le otorga gran potencial energético a Chile es la fuerza que alcanza el viento en ciertos sectores, principalmente en los cercanos al mar, por sus largos kilómetros de costa y por su particular estructura territorial, el desarrollo de la energía eólica es muy posible. Asimismo, Chile tiene la oportunidad de contar en la biomasa con una abundante fuente de energía que es local, renovable, limpia y equitativamente accesible, siempre que se tomen las decisiones correctas para incentivar un uso adecuado (Ministerio de Energía de Chile, 2015).

Principales Energéticos Primarios en Chile

Los principales energéticos primarios en el caso de Chile, después del petróleo (32,9%), corresponden al carbón (24,4%) y a leña y biomasa (23,7%), siendo esta última preeminencia una característica particular del país, junto con una participación de la hidroelectricidad (6,4%) en la matriz mayor que en otros países. Es destacable que un 95% del petróleo es importado, mientras la biomasa es el principal energético local (Ministerio de Energía de Chile, 2015).

Según (OLADE, 2017) Chile lanza el programa Trasforma Solar que busca aprovechar la existencia de un recurso solar excepcional dada la necesidad de proveer soluciones energéticas eficientes que permitan contribuir a mejorar la competitividad de otras industrias nacionales. Transforma Solar busca aprovechar la singularidad del Desierto de Atacama para desarrollar una industria solar local con capacidades tecnológicas y vocación exportadora.

En este cometido, Chile construyó la planta de energía solar concentrada del Cerro

Dominador, en la región chilena de Antofagasta, la más grande de América Latina y El Caribe. Lo revolucionario de esta planta es que puede generar energía tanto de día como de noche, gracias al almacenamiento de energía térmica. La energía solar de concentración da energía las 24 horas, y puede alcanzar la misma eficiencia que una planta generadora de carbón o gas (Ministerio de Energía de Chile, 2021).

Potencial Energético de Energías Renovables en Argentina

El escenario actual de energías renovables en las diversas regiones de Argentina representa una oportunidad transformadora para vincular el potencial de estas fuentes energéticas como herramientas que respondan al creciente interés de cumplir sus objetivos en materia de energía renovable, a la vez que contribuirá con varios beneficios colaterales, para el desarrollo a nivel nacional.

Argentina es uno de los países de América Latina que cuenta con más recursos de energías renovables: vientos constantes en la Patagonia al sur del país; sol todo el año en las zonas remotas del noroeste; energía hidroeléctrica y biomasa gracias a los ríos y las extensas tierras agrícolas (Bauza, 2017). No obstante, a esto, menos del 2 % de la electricidad del país proviene de fuentes de energías renovables: la mayor parte (cerca del 60 %) se genera a partir de combustibles fósiles.

Impulsar las energías renovables constituye de un vector de desarrollo económico para la nación y, a este fin, con un enfoque sistémico el Gobierno de Argentina comenzó a actuar con la intención de diversificar la matriz energética del país, para atenuar su dependencia de los combustibles fósiles (Bauza, 2017).

A tono con esto, en el documento emanado por la (Secretaria de Energía de Argentina, 2018) considera los beneficios del uso de las fuentes de energía renovables y en este sentido indica que van desde la diversificación de la matriz energética del país hasta el fomento a la industria nacional; y desde el desarrollo de las economías regionales hasta el impulso al turismo.

Con respecto a la diversidad de fuentes de energía renovables (Mongelluzzo, 2021) destaca que Argentina tiene un potencial inmejorable para convertirse en una potencia de energía renovable. Estas ventajas devienen de fuentes energéticas basadas en la utilización del sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal, entre otras (Secretaria de Energía de Argentina, 2018).

GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA

La inclusión en el sistema energético del autoconsumo fotovoltaico, con la idea de ahorrar en el consumo familiar del recibo de la luz, está tomando un protagonismo cada vez más relevante en la economía mundial. Recientemente, y en el caso de España, el nuevo Real Decreto Ley 15/2018 de medidas urgentes para la transición energética será un espaldarazo para esta tecnología

Algunos países de América latina tampoco son ajenos a estos avances y, aunque el desarrollo de esta tecnología no es uniforme (en algunos casos ni siquiera hay legislación al respecto) se están dando los primeros pasos en la dirección correcta.

- **Colombia**

En marzo pasado se aprobó la Resolución CREG030 que reglamenta el procedimiento que debe seguirse para producir energía y vender el excedente al Sistema Interconectado Nacional. Dicho reglamento especifica potencia para generación a pequeña escala, de hasta 100 kW y la de sistemas fotovoltaicos y otras tecnologías entre 100 kW y un 1MW.

En la Resolución se puede leer: se define un mecanismo fácil y sencillo para que los usuarios residenciales de todos los estratos, así como los comerciales y pequeños industriales, produzcan energía principalmente para atender sus propias necesidades y puedan vender los excedentes al sistema interconectado.

Asimismo: también aplica a las conexiones de los autogeneradores a gran escala mayores de 1 MW y menores de 5 MW, aunque la resolución excluye a los sistemas de suministro de energía de emergencia, existentes o nuevos.

En este contexto, la energética Celsia propone un esquema de negocio a través de un contrato de compra de energía (PPA, por su acrónimo inglés), que, explican, permite pagar por los kWh consumidos a un precio competitivo y tarifas estables en el tiempo, o por los kWh que genera el sistema solar fotovoltaico. De estas formas, ambas partes se aprovechan de los excedentes del sistema. Celsia asumiría la instalación, montaje y operación de servicio. Este modelo ya ha sido contratado por diferentes usuarios, desde centros comerciales, fábricas de alimentos o universidades.

- **Argentina**

A finales de 2017 se aprobó la Ley 27424-2017 de “Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable integrada en la Red Eléctrica Pública”, que habilita a usuarios residenciales y a PYMES para la generación eléctrica de energía

renovable para su autoconsumo, con eventual inyección de excedentes a la red.

A pesar del prometedor contenido de la Ley, a día de hoy se están haciendo las primeras pruebas reales de instalaciones de autoconsumo con contadores bidireccionales en usuarios residenciales y hasta que se generalice su uso el trecho por recorrer es largo.

- **Chile**

El pasado mes de octubre se aprobó en el Senado por unanimidad el proyecto de modificación de la Ley General de Servicios Eléctricos, por el cual se podrá incrementar de 100 a 300 kW la capacidad instalada residencial, entre otras medidas que detallamos a continuación:

Se amplía el rango de beneficiarios, no sólo a las personas que posean para su propio consumo equipos de energía solar, sino también a los sistemas comunitarios o de propiedad conjunta. Desde el año 2015 destacan los proyectos de Net Billing, donde el sobrante que no consume el usuario de la instalación solar lo inyecta a la red. Son ya 2400 instalaciones en Chile con un total de 15.5 MW.

Con un mayor peso en el mix energético renovable están los Pequeño Medios de Generación Distribuida (PMGD) que comercializan energía en el mercado eléctrico, además de autoconsumirla a mayor escala, en este caso hay unas 150 conexiones con una total de potencia instalada de 400 MW. Por último, hay que destacar el programa de Techos Solares Públicos, creado en 2015 y que busca instalar 300 sistemas fotovoltaicos en edificios públicos.

- **Perú**

En 2015 se promulgó la Ley de Medición Neta. Si bien aún no está vigente, existe un Decreto Supremo, pendiente de la firma presidencial para su aprobación e implementación que propone la reglamentación para la generación distribuida en dos grandes tipos:

Hasta 200 kW con instalaciones de NetBilling, que permiten la venta de excedentes y entre 200 kW y 10 MW un sistema similar al chileno de Pequeños Medios de Generación Distribuida.

Expertos en el sector energético peruano aconsejan, al ser una tecnología en ciernes, ajustar convenientemente tanto las cuestiones relacionadas con las capacidades técnicas de las redes eléctricas para absorber estos sistemas, como el desarrollo de un esquema de retribución e incentivos de los usuarios. En la Figura 9, se muestra Generación distribuida en algunos países de América Latina.

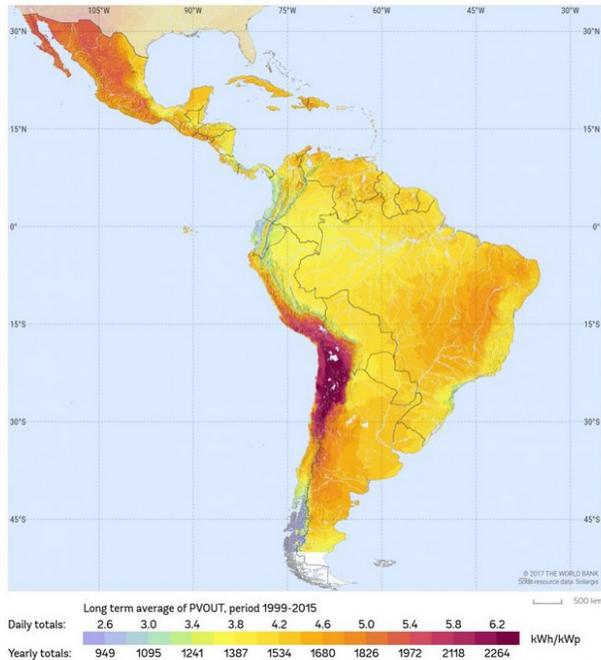



Figura 9. Generación distribuida en algunos países.

Fuente: (Bauza, 2017).

PROYECTOS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA

Latinoamérica es una región privilegiada geográficamente, que posee abundantes recursos naturales y condiciones positivas para la generación de energía renovable, pero se necesitarán inversiones internacionales, mejores regímenes regulatorios e innovación tecnológica para convertir el potencial en proyectos funcionales.

Estos son algunos de los proyectos que ya se están desarrollando en la región y que destacan por su gran aporte al crecimiento de esta industria:

- **Argentina**

La tierra de la plata está en camino a cumplir el objetivo establecido de suministrar el 20% de la energía del país con energía renovable para el año 2025. Argentina apunta a generar el 12% de su combinación energética a partir de energía renovable para fines de 2019. Este porcentaje aumentará al 16% en 2021, 18% en 2023 y 20% en 2025%.

Su primera subasta renovable en 2016-2017 resultó en la contratación de más de 2,400 MW de energía eólica. La implementación del Mercado de Término de Energía Renovable (MATER) es un paso adelante para el país, que permite que los generadores de

energía y los grandes usuarios intercambien energía renovable.

- **Brasil**

Brasil es el tercer generador de energía renovable más grande, según la Agencia Internacional de Energía (AIE) y el octavo productor de energía eólica. El país genera cerca del 76% de su electricidad a partir de recursos renovables.

A lo largo de los años, los proyectos eólicos han crecido constantemente, alcanzando el 6% de la matriz energética de Brasil. Hay más de 500 parques eólicos en operación, que representan 12.77GW de capacidad instalada, según el Consejo Global de Energía Eólica (GWEC).

- **Colombia**

Si bien depende de las fuentes de agua para generar el 70% de su energía, Colombia es uno de los países latinoamericanos más comprometidos con las energías limpias. Actualmente, el gobierno colombiano tiene la intención de destinar 1.18 millones de MWh por año a proyectos seleccionados de energía sostenible.

Colombia tiene como objetivo, aumentar su producción de energía eléctrica a través de fuentes renovables a al menos 1,500 MW, suficiente para cubrir la demanda de al menos dos de las grandes ciudades del país.

La visión del Gobierno es preparar al país para la transición a la cuarta revolución industrial, modernizando el sector eléctrico con tecnología de punta que contribuye a la eficiencia energética y la protección del medio ambiente.

- **Chile**

Actualmente, Chile está liderando la revolución de la energía solar en América Latina, así como la capacidad de inversión en energía limpia. Es el país que más ha invertido (7 mil millones de dólares) en proyectos renovables que incluyen sistemas hidroeléctricos, eólicos y de biomasa, con más de 80 proyectos de energía solar y eólica en marcha.

Las plantas de energía solar en operación producen 1,345 MW en comparación con solo 11 MW a principios de 2013. La planta de energía solar chilena en el desierto de Atacama es la más grande de Sudamérica y se espera que pronto sea capaz de producir 196 MW.

APORTES DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA

En la actualidad, según (bamericas, 2019) el desarrollo tecnológico y la progresiva implantación de nuevas fuentes de micro y minigeneración, unidos a los procesos de liberalización del mercado eléctrico en los países desarrollados y los condicionantes de

respeto al medio ambiente, hacen que no sea esperable una nueva inversión de esta tendencia en la entrada del nuevo siglo.

No obstante, lo anterior, a pesar de este cambio de filosofía de funcionamiento, hoy en día la mayor parte de la potencia eléctrica consumida en el mundo es producida en grandes instalaciones centralizadas, en las cuales fuentes de energía diversas son transformadas en energía eléctrica para su posterior transporte a largas distancias hacia los consumidores finales.

La mayoría de las plantas de generación se encuentran situadas a grandes distancias de los centros de consumo. Por ello, es necesario dotar al sistema de una compleja infraestructura que permita transportar la energía y hacerla llegar a los usuarios en óptimas condiciones para su consumo.

Frente a este modelo tradicional, implantado en las últimas décadas, surge un modelo alternativo en el que la generación de energía se acerca al consumidor, tanto física como virtualmente. Nace así la denominada Generación Distribuida. La complementariedad entre ambos modelos será la base para el desarrollo de los futuros sistemas eléctricos de potencia.

La generación distribuida puede servir para muchos propósitos, pero los más importantes son la autosuficiencia energética y la venta de energía a la red como lo haría cualquier otro generador. En el primer caso, una entidad doméstica o comercial o industrial construye un generador para satisfacer sus propias necesidades de energía. Pero cada vez que la generación excede su demanda, vende el excedente al coordinador de la red o a la empresa de distribución.

En Chile, la regulación clasifica los proyectos renovables por debajo de 10MW que se conectan a redes de distribución de baja tensión o a redes de tensión media como pequeños medios de generación distribuida (PMGD). La inyección de red es remunerada por el coordinador CEN a través de un mecanismo de estabilización de precios que hace que los retornos de un proyecto sean más predecibles y se estableció como incentivo para el desarrollo de PMGD. Una regulación separada cubre la generación distribuida para autoconsumo destinada a hogares y pequeñas empresas industriales o comerciales, donde la producción excedente se vende directamente a la compañía de distribución.

Recientemente, el mecanismo de estabilización de precios se sometió a revisión de los reguladores, principalmente debido a las quejas de otros actores de la industria que argumentan que representan un subsidio encubierto que agrega ineficiencia al sistema de energía. Si bien se mantendrá un régimen estabilizado, se hará más sensible a los cambios de precios en el sistema general, dijeron las autoridades.

En Argentina, la Ley Federal 27.424 establece las reglas para el uso de la generación

distribuida. Los usuarios pueden crear capacidad de generación renovable hasta el límite que generalmente consumen y devolver la producción excedente al distribuidor. La regulación está destinada a hogares y pequeñas industrias e incluye varios beneficios fiscales.

La regulación debe ser respetada individualmente por cada provincia. Hasta el momento, 12 provincias la han ratificado y siete de ellas, de acuerdo con 99 distribuidores de energía, permiten conectarse ahora mismo. La capacidad de generación distribuida instalada alcanza 344kW, con 2,5MW adicionales en carpeta, según datos oficiales.

- **Otros países andinos**

En Perú, dos regulaciones separadas rigen el autoconsumo privado (por debajo de 200kW) y la generación distribuida media (por encima de 200kW y por debajo de 10MW), que abarca proyectos que venden energía a la red a través de contratos de compraventa de energía. Estos fueron redactados el año pasado, pero aún no entran en vigencia.

Las autoridades están considerando ajustes a la regulación que podrían aumentar los incentivos y cambiar el esquema de remuneración. Mientras tanto, es posible que los proyectos destinados al autoconsumo y por debajo de 200kW se conecten a la red y devuelvan su generación excedente, aunque una serie de obstáculos mantienen las conexiones bajas.

En Ecuador, una regulación de 2018 permite a los usuarios residenciales usar generadores de menos de 300kW para autoconsumo y a usuarios comerciales e industriales instalar generadores de menos de 1MW con el mismo propósito. Hasta ahora, el sector no ha visto un desarrollo significativo debido a un proceso de conexión arcano y burocrático.

- **Brasil**

Brasil es el país más avanzado de la región en desarrollo de generación distribuida. La capacidad instalada aumentó a 1,2GW gracias a 101.761 proyectos en 2019 y se espera que alcance 12GW para 2027, con inversiones por un total de 60.000mn de reales (US$14.500mn).

La regulación incluye varios beneficios para los gestores que, sin embargo, han generado inquietud con otros actores de la industria, especialmente con los distribuidores de energía. Se espera que el regulador de energía Aneel publique nuevas reglas en la primera mitad de 2020.

- **México**

En México, la regulación establecida en 2014 fija una categoría para la generación distribuida que incluye un límite superior de 500kW. En 2016 y 2017, el organismo regulador CRE estableció un marco normativo más detallado que incluía incentivos y acceso abierto a la red para proyectos que cumplen con sus criterios. A mediados de 2018, la capacidad

instalada había alcanzado 520MW. Se espera que la capacidad de generación distribuida solar llegue a 9GW para 2025.

- **Caribe**

En Panamá, mientras la medición neta mecanismo donde la empresa de distribución descuenta la energía agregada a la red de distribución por un cliente en su cuenta eléctrica permite algunas formas de generación distribuida, las autoridades buscan extender el marco y fortalecerlo.

Como parte de un plan para revisar su pequeño sector eléctrico, que tiene una capacidad instalada de 4GW, el país apunta a aumentar la competitividad e incentivar el desarrollo renovable. Esto incluiría encontrar opciones de financiamiento para proyectos de generación distribuida, incentivo que no necesita gasto estatal.

MARCO LEGAL Y REGULATORIO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA

Quinta Cumbre de las Américas

En la Quinta Cumbre de las Américas se reconoció que la energía es un recurso esencial para mejorar el nivel de vida de nuestros pueblos, y que el acceso a la energía es de primordial importancia para el crecimiento económico con equidad e inclusión social. Se establecieron mandatos en cuanto a: Dirigir esfuerzos a desarrollar sistemas de energía más limpios, asequibles y sostenibles para promover el acceso a la energía y a tecnologías y prácticas energéticas eficientes en todos los sectores (IICA, 2014).

Buscar diversificar las matrices energéticas, incrementando, según corresponda, la contribución de fuentes de energía renovables y estimular el uso más limpio y eficiente de combustibles fósiles y otros combustibles. Ban Ki-moon, Secretario General de la ONU, el 16 de enero de 2011 en Abu Dabi hizo hincapié en que la energía es central para todo, desde el funcionamiento de las economías hasta el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio: “Es el hilo dorado que conecta el crecimiento económico, mayor equidad social y conservación del medio ambiente” (Quinta Cumbre de las Américas, 2009).

Asamblea General de las Naciones Unidas

La Asamblea General de las Naciones Unidas en la resolución GA/11333, declaró 2014 – 2024 como la Década de la Energía Sostenible para Todos. En esta resolución adoptada, se llama a todos los Estados Miembros a amalgamar esfuerzos para tener como prioridad el acceso universal a los servicios de energía moderna sostenible, el uso de energía renovable y la implementación de proyectos de eficiencia energética4. Christiana Figueres, Secretaria Ejecutiva de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el

Cambio Climático, en su Discurso para la Cátedra de las Américas de la Organización de Estados Americanos, en Washington DC, el 13 de mayo 2011, declaraba que:

Hacer caso omiso de las oportunidades de mitigación en el sector energético conlleva claramente una serie de peligros inherentes. Si no se aprovechan y apoyan las oportunidades para energías renovables, los países en desarrollo del continente americano intensificarán su capacidad de generación de energía con combustibles fósiles, a medida que desarrollan rápidamente su infraestructura (United Nations General Assembly Declares, 2014).

Reunión de ministros de Agricultura del G20

En la reunión de ministros de agricultura del G20, mediante el Plan de Acción en Volatilidad de los Precios de los Alimentos y Agricultura, en París durante los días 22 y 23 de junio de 2011, se establecía como política internacional de coordinación lo siguiente:

Seguiremos hacia la dirección de los retos y oportunidades que plantean a los biocombustibles, tomando en cuenta las necesidades de la seguridad alimentaria mundial, la energía y el desarrollo sostenible. También reconocemos la importancia de la investigación y el desarrollo de biocombustibles, incluyendo los producidos a través de nuevos procesos o nuevas materias primas, no alimenticias y otros materiales vegetales energéticamente eficientes.

Junta Interamericana de Agricultura

Los ministros y los secretarios de agricultura de las Américas en octubre de 2011, durante la realización de la Junta Interamericana de Agricultura, asumieron el compromiso en cuanto a estimular innovaciones en diferentes tipos de agroenergía que contribuyan a diversificar la matriz energética y a reducir el impacto ambiental negativo.

Declaración de los Líderes del G20

En la Declaración de los Líderes del G20 celebrada en Los Cabos el 18 y el 19 de junio de 2012, se comprometieron sobre la prosperidad a largo plazo a través de un crecimiento incluyente verde, para: promover estrategias de desarrollo bajas en carbono, con el fin de optimizar el potencial de crecimiento verde y garantizar el desarrollo sostenible en nuestros países y más allá. Por lo tanto, celebramos el informe sobre energías limpias y tecnologías de eficiencia energética y reconocemos los esfuerzos de los países del G20 para fomentar la inversión en estas tecnologías a través del intercambio de experiencias nacionales con respecto a los desafíos para la implementación de estas tecnologías.

Declaración de Río+20

El Documento Final de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo

Sostenible contiene la Declaración de Río+20 "El Futuro que Queremos", en el cual se considera a la energía como una de las esferas temáticas incluida simultáneamente en las cuestiones intersectoriales y en el marco para la acción y seguimiento de las estrategias de desarrollo sostenible.

Se reconoce que el acceso a servicios energéticos es indispensable para el logro del desarrollo sostenible. En consecuencia, se insta a apoyar la aplicación de políticas, estrategias e iniciativas dirigidas a mejorar la eficiencia energética, aumentar la proporción de energía renovable y usar tecnologías menos contaminantes y de alto rendimiento energético, entre otros elementos importantes para el desarrollo sostenible, incluso para hacer frente al cambio climático.

Declaración de la Iniciativa de las Cumbres de América Latina y el Caribe

La Declaración de la Iniciativa de las Cumbres de América Latina y el Caribe - Unión Europea (CELAC – UE), de enero de 2013, estableció que (COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2013): Apoyamos las inversiones productivas que aumentan la participación y el crecimiento sostenido de fuentes de energía renovable en las redes nacionales y regionales de energía, de acuerdo con las visiones de desarrollo y políticas, necesidades, condiciones y recursos de cada país, así como las inversiones que proporcionan transferencia de tecnología y mejoran la eficiencia energética y ahorro de energía. El documento preparado por el grupo temático del Proceso Regional de las Américas (PRA) para el VI Foro Mundial del Agua (VI FMA) celebrado en marzo del 2012, en la ciudad de Marsella en Francia, mencionaba lo siguiente en cuanto a la armonización agua - energía: Al afectar la disponibilidad de agua, el cambio climático impacta a los usos del agua "incluida la generación de energía, la agricultura, la industria y el abastecimiento doméstico" y por medio de estos, a toda la sociedad en su conjunto.

En los últimos años, ha habido un creciente interés en las complejas conexiones entre energía y agua, generalmente denominado el nexo energía-agua. Durante gran parte del siglo XX, estos dos recursos vitales han sido manejados por separado, con diferentes herramientas, instituciones y objetivos. Sin embargo, hay vínculos muy importantes entre el agua y la energía, y a largo plazo el uso sostenible de estos recursos requiere acciones comprensivas de manejo. El sector energético tiene un gran impacto en la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos de los países de la región, muchos de ellos, transfronterizos.

La biomasa forestal es considerada cada vez más como un sustituto alternativo a los combustibles fósiles para la producción de energía comercial. Esto es una oportunidad mundial, pero tiene riesgos importantes como la creciente deforestación, la competencia con otros productos madereros, y las presiones para cambiar el uso de la tierra que antes estaba destinada a la producción de alimentos.

Las prácticas de buena gobernanza son necesarias para permitir a las partes interesadas participar en las decisiones relativas al equilibrio adecuado de la utilización forestal, a fin de satisfacer las necesidades locales, regionales y nacionales, y más ampliamente, garantizar el equilibrio entre las funciones de los bosques en los paisajes, la agricultura y en tierras para otros usos (Conferencia Internacional de Energías Renovable, 2004).

Uno de los acuerdos más importantes fue el Protocolo de Kyoto: Es el acuerdo institucional más importante en relación al Cambio climático, y se estableció en Kyoto (Japón) el 11 de diciembre de 1997, que tiene su origen en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático en su sede de New York, el 9 de mayo de 1992.La Convención Marco sobre el Cambio Climático busca "la estabilización de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático" y establece una estructura general para los esfuerzos intergubernamentales encaminados a resolver el desafío del cambio climático.

Reconoce que el sistema climático es un recurso compartido que puede verse dañado por todas las actividades (incluyendo las industriales) que emiten dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero (GEIs).

Busca reducir las emisiones de GEIs de los principales países industrializados con el fin de que en el periodo que va de 2008 a 2012, esas emisiones desciendan en 1.8% por debajo de las registradas en 1990. (Inicialmente deberían descender en 5.2%, pero en la cumbre de Bonn, 2001, se fijó en 1.8%). Básicamente se aplica a las emisiones de seis gases de Efecto Invernadero; dióxido de carbono CO_2, metano CH_4, óxido nitroso N_2O, hidrofluorocarbonos HCF, perfluorocarbonos PFC y hexafluoruro de azufre SF6.

OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA

Un gran reto para la GD en América Latina según (Polemos , 2022) es el financiamiento de este mecanismo, pues a nivel residencial, no todos los hogares cuentan con las condiciones económicas para acceder a la tecnología de las energías renovables. Otro desafío es la recuperación de los costos de inversión, pues sin una adecuada regulación, la GD puede terminar elevando las tarifas de electricidad, cargando aún más a los usuarios que no hayan podido financiar la instalación de equipamiento eléctrico, lo que se asemeja al caso brasileño.

Además, incluso existen retos a nivel ambiental, pues no todas las energías renovables son totalmente positivas por su nivel de eficiencia en el uso de recursos o por su

impacto al nivel de deshechos. Por ejemplo, algunas tecnologías, como la incineración de desechos, la combustión de biomasa y la combinación de calor y energía pueden requerir agua para generar vapor o enfriar. También, algunas tecnologías de energía distribuida pueden causar algunos problemas ambientales negativos al final de su vida útil cuando se reemplazan o eliminan.

Por ello es fundamental que los países de la región desarrollen programas de soporte para los hogares menos favorecidos, considerando las condiciones a las que se enfrenta el mercado de las renovables. Una aproximación global y desde el Estado es necesaria para que exista accesibilidad y seguridad energética, pues las soluciones por cada caso concreto pueden ser ineficientes. Esto puede implicar el desarrollo de incentivos eficientes para que el uso de esta tecnología sea más atractivo, así como la implementación de programas de recojo de residuos para evitar el acumulamiento de los equipos.

La generación distribuida en Latinoamérica tuvo un crecimiento exponencial durante el 2021 y el primer mes y medio del año corriente no fue la excepción, más allá que varios países de la región siguen impulsando políticas renovables y subastas eléctricas para proyectos de gran escala.

Por una parte, las distribuidoras enfrentan ahora desafíos similares a los que enfrentaron países desarrollados hace un par de décadas, abriendo sus redes al desarrollo de la generación distribuida residencial, la explotación de las energías renovables y la cogeneración eficiente. Esta integración de generación promete ser mucho menos vertiginosa que la de Estados Unidos y Europa, por la ausencia de subsidios, pero los altos precios de la energía de Chile tienden a compensar este efecto. En el caso de la energía solar fotovoltaica se suma también la altísima radiación solar del norte y centro de Chile y la vertiginosa caída de los precios de este tipo de generación.

En el plano de los mercados sudamericanos más relevantes, Brasil es el país que lidera el ranking dado que sigue marcando tendencias dentro de este segmento de GD: durante enero añadió 113 MW y acumula un total de 8885 MW operativos. Incluso la generación distribuida representa más del 65% de la potencia total instalada proveniente de tecnologías fotovoltaicas, con 816961 sistemas conectados a la red.

La energía es un elemento esencial para el desarrollo económico y humano. Cualquier nación que persiga bienestar y progreso necesitará tomar como bandera prioritaria la adecuada obtención, desarrollo y uso sostenible de fuentes energéticas para todos sus ciudadanos. El presente informe ofrece una visión sobre las condicionantes del contexto económico y energético mundial, y sus impactos sobre América Latina y el Caribe. Asimismo, se analiza el marco legal, regulatorio e institucional en que se desenvuelven los sectores energéticos, presentando los avances y barreras al proceso de integración

energética y la seguridad del suministro. Otro tema de relevancia es el balance entre recursos y reservas con relación a la oferta y el consumo de energía.

Las implicaciones ambientales y los problemas vinculados al cambio climático conforman temas ineludibles dentro de las tendencias mundiales del desarrollo energético en el siglo XXI; en particular se resalta el papel que pueden jugar los avances en innovación y desarrollo tecnológico, la eficiencia energética y las fuentes renovables.

La equidad social y el acceso universal a los servicios energéticos se analizan a profundidad en el presente estudio, sin una adecuada atención a esta problemática endémica en nuestra región, no se logrará un verdadero camino hacia el progreso.

Este diagnóstico es un panorama amplio y documentado de la situación actual y los retos que América Latina y el Caribe enfrentará en el corto, mediano y largo plazo. Se pretende, por tanto, brindar a los actores regionales una visión que aporte en la identificación de dichos retos, así como las oportunidades para un mejor planeamiento energético regional, que contribuya de manera integrada a alcanzar más igualdad, más inclusión, aportando a un desarrollo económico sostenible.

El marco económico mundial ha mostrado profundas transformaciones en las dos últimas décadas, con fuertes repercusiones globales y particularmente en América Latina y el Caribe (ALyC). Entre los aspectos destacables que ayudan a comprender el contexto, la profundidad, la dirección y el alcance de las transformaciones ocurridas, se encuentran:

- El vigoroso crecimiento del comercio mundial.
- Un aumento del PIB relativamente mayor en los países en desarrollo con respecto al del mundo desarrollado.
- Cambios de tendencias de los flujos que derivan de la creciente urbanización de China e India -con la consiguiente aparición de una numerosa clase media ávida de consumo.
- Nuevas tendencias demográficas, donde contrastan el escaso crecimiento y envejecimiento de la pirámide poblacional en los países desarrollados, en contraste con el dinamismo demográfico de la región asiática. Todos estos elementos apuntan a una reconfiguración espacial del balance de fuerzas a nivel global.

Los países en desarrollo son el principal motor de la economía global en la actualidad. En 2011 el crecimiento económico mundial fue del 2,7%, mientras que en 2012 fue de 2,2%, y se estima que crecerá 2,4% en 2032.

Apenas una cuarta parte de este crecimiento se genera en los países industrializados, que expandieron sus economías un 1,4% en 2011 y cuya tasa de crecimiento para 2012 fue del 1,2%3. Esta tasa esconde una fuerte heterogeneidad, ya que la mayoría de las economías de la zona euro se encuentran en recesión, mientras que Estados Unidos (EEUU) y Japón crecen a ritmos cercanos al 2%.

Los países en desarrollo, por el contrario, mantuvieron un cierto dinamismo y aportaron una fracción mayoritaria del crecimiento de la economía mundial en 2011 y 2012. Se destaca en particular la contribución de los países asiáticos liderados por China (crecimiento de 7,8% en 2012). Por su parte, el PIB de ALyC creció 4,3% en 2011, 3,1% en 2012, y se prevé un incremento de 3,9% para 2034.

Sin embargo, dicho crecimiento de las regiones en desarrollo ha sido afectado parcialmente por la merma del PIB en los países desarrollados, en especial en los ámbitos comerciales y financieros. Esto ha hecho que se reduzca su expansión a una tasa de 5,3% en 2012, comparado con el 5,9% de 2011.

Importancia de las inversiones

Los flujos de inversión extranjera directa (IED) alcanzaron en 2011 cerca de 154.000 millones de dólares, un 28% más que en 2010. Fue el segundo año consecutivo de crecimiento, tras la caída propiciada por la crisis financiera internacional en 2009. Asimismo, América Latina fue la región del mundo donde más creció la IED. Su participación en las entradas mundiales de IED alcanzó el 10%.

El sostenido crecimiento económico en la región, aun a una tasa inferior a la de 2010, ha seguido incentivando las inversiones encaminadas a aprovechar el dinamismo de los mercados internos. Mientras tanto, los precios internacionales de las materias primas, en particular de los metales por encima de los promedios históricos, impulsaron las inversiones para la extracción y procesamiento de recursos naturales.

En los países desarrollados, la crisis económica ha seguido promoviendo procesos de reestructuración empresarial, traslado de actividades a otras localizados en américa latina y el caribe es la región a nivel mundial que ha registrado un mayor crecimiento de sus exportaciones. panorama económico-energético mundial y una mayor terciarización de actividades manufactureras y servicios empresariales a distancia.

A lo largo de 20 años de expansión de los flujos de IED, las empresas transnacionales han consolidado una amplia presencia en ALyC. A la vez, la repatriación de utilidades hacia las casas matrices ha crecido de forma significativa. De hecho, ha subido de un promedio cercano a 20.000 millones de dólares entre 1998 y 2003, hasta unos 90.000 millones de dólares en promedio para el período 2007-2010. Como consecuencia de este fenómeno, la rentabilidad obtenida por las empresas extranjeras en la región constituye una variable determinante para analizar tanto las entradas como las rentas de IED en la balanza de pagos de las economías de la región.

- **El aspecto social**

Otro fenómeno a considerar es el surgimiento de una clase media a nivel global,

que implica escalas de consumo y una demanda de materias primas sin precedentes históricos, en la medida que centenares de millones de personas se incorporan a estilos de vida urbanos. Este fenómeno ha venido empujando al alza el precio de los commodities (minerales, alimentos y energía). Si bien para 2012 se registraron descensos en algunos valores, todo hace presumir que los factores estructurales detrás del incremento de los precios permanecerán vigentes por más tiempo, al menos hasta que nuevos umbrales de oferta sean desarrollados. Diferentes estudios y análisis de la evolución de la demanda energética mundial coinciden en señalar que los principales incrementos de dicha demanda provendrán de los países en desarrollo. Enfatizan la dificultad de reemplazar, al menos en los próximos 20 años, el creciente uso de los combustibles fósiles.

La mayor parte de ese incremento correspondió al Brasil, donde alcanzó los 66.600 millones de dólares, casi la mitad del total regional; también aumentaron las entradas de IED en la mayoría de los países de América del Sur (en millardos de dólares: Chile 17.3; Colombia 13.2 y Uruguay 2.5). Ver CEPAL. La inversión extranjera directa en América Latina y el Caribe, 2011. División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL. LC/CG. 0000-P. 200 pp.

Estamos enfrentándonos a un nuevo paradigma de desarrollo económico y tecnológico, llamado “economía verde” por algunos y “economía sostenible” por otros. en especial petróleo, gas y carbón aproximadamente 65% a 70% de la matriz energética mundial en el futuro previsible. En este contexto se presume que el petróleo de fácil ubicación y a bajo costo ha sido ya descubierto y desarrollado en su gran mayoría. Hidrocarburos, fuentes alternativas y el factor ambiente.

Nuevas fuentes de suministro tendrán que ser explora das y desarrolladas en entornos cada vez más complejos; por ello, el potencial uso de hidro- carburos no convencionales es un fenómeno que ha cobrado importancia en el marco de la búsqueda de soluciones que respondan a la demanda futura de energéticos, lo que tendrá un impacto importante en países de economías emergentes y con alta población.

Este argumento se ha visto potenciado por el terremoto y accidente en la planta nuclear Fukushima-Daiichi, Japón, en marzo de 2011, que abrió una serie de interrogantes en cuanto al futuro de la energía nuclear y su participación en la oferta energética mundial. Se llevó a cabo una revisión inmediata de los dispositivos de seguridad de las centrales nucleares alrededor del planeta, aunque no hubo una direccionalidad única en las disposiciones adoptadas por los países.

En Estados Unidos la Comisión Reguladora Nuclear (NRC) aseveró que “las plantas nucleares americanas están diseñadas para soportar los efectos de tsunamis, terremotos y otros riesgos”. Posteriormente el presidente Barack Obama afirmó que el programa

previsto de construcción de nuevas centrales se mantendrá. En esta misma dirección, Rusia anunció que, bajo estricto control de las medidas de seguridad, doblará la capacidad instalada nuclear en 2020; o el caso de Corea, que ampliará su capacidad con cinco nuevas centrales.

Por el contrario, en Alemania las masivas manifestaciones contra la energía nuclear obligaron a la canciller Angela Merkel a suspender la operación de siete centrales construidas antes de 1980, y a no producir energía eléctrica de origen nuclear hacia 2022, a pesar de que esa decisión obligará a Alemania a importar energía eléctrica de origen nuclear desde Francia. Suiza planea esta misma conducta: cerrará sus tres centrales nucleares en 2034.

En una posición intermedia podría citarse el ejemplo de China, cuyo primer ministro Wen Jiabao suspendió la concesión de licencias para nuevas centrales hasta que se concluya una revisión de los sistemas de seguridad de las centrales existentes y en construcción, aunque ha declarado que China mantendrá su opción nuclear civil de su 12º plan quinquenal que prevé la construcción de 40 GW adicionales a 2015. las "ciudades sostenibles" implican fuertes desafíos de reconversión industrial y tecnológica, junto a un uso creciente de energías renovables. panorama económico- energético mundial.

El poco tiempo transcurrido desde el accidente de Fukushima y el posicionamiento de los países miembros de la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA) incitan a tener cierta prudencia en las apreciaciones sobre el camino que seguirá la oferta eléctrica de origen nuclear. La Declaración Ministerial de la AIEA adoptó 25 medidas para mejorar la seguridad nuclear y expresa el firme compromiso de los Estados miembros de la organización para garantizar que sean implementadas. Los Estados miembros han expresado la urgencia de que las lecciones de Fukushima Daiichi sean aprendidas, y su determinación de que la acción apropiada será tomada en cinco líneas/campos principales:

- Fortalecer las normas de seguridad del AIEA.
- Revisar sistemáticamente la seguridad de todas las centrales nucleares, mediante la ampliación del programa de la AIEA de las revisiones por pares.
- Mejorar la eficacia de los organismos nacionales de regulación nuclear y garantizar su independencia.
- Fortalecer la preparación para emergencias y el consecuente sistema mundial de respuesta.
- Ampliar el papel del ente en la recepción y difusión de la información.

A juicio del director de la AIEA, se estima que el número de reactores nucleares no cesará de aumentar en los próximos años en el mundo. Además, advierte sobre la importancia de reforzar la seguridad de las plantas y, por otro lado, reconoce que el ritmo "no será tan rápido" como antes.

En este contexto, si bien no puede descartarse la posibilidad de que termine conformándose un escenario de precios internacionales con tendencia a la baja para el petróleo y el gas natural, en el presente análisis se sostiene que existen fundamentos para considerar precios crecientes, tal como lo expone el escenario base del Departamento de Energía de EEUU, el cual explica que dicho impulso se da por factores estructurales dominantes.

Un débil y prolongado crecimiento de la economía mundial, junto a otros factores como la aparición en EE. UU. de una nueva oferta de petróleo y gas no convencionales, podrían incidir en la consolidación de dicho escenario. World Energy Outlook, 2011. la eficiencia energética es una opción inmediata y la más costo-efectiva en el corto plazo Cabe constatar que en los últimos años se ha venido registrando una mayor dependencia relativa de la región asiática hacia el petróleo suministrado por los países productores del Medio Oriente; en tanto para Europa la mayor dependencia es con Rusia.

En contraste, EE. UU. viene experimentando una mayor diversificación de sus fuentes de suministro, un hecho relevante ha sido el desacople de los precios del gas en el Henry Hub respecto al crudo West Texas Intermediate (WTI) y de este último respecto al crudo Brent que parece obedecer a cambios en la composición de la oferta de gas (impacto de la producción de shale gas en dicha nación), y a buscar una diferenciación de las demandas regionales por bloques.

El debate energético mundial se focaliza muchas veces en el impacto del incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero (que han venido experimentando un significativo aumento), pero esto constituye solo parte de un debate global más amplio sobre los estilos posibles de desarrollo y los modelos productivos, sociales, institucionales y políticos.

Existe un creciente cuestionamiento acerca de la sustentabilidad del modo de crecimiento que prevalece en la actualidad, particularmente el del sector energético, lo cual está dando lugar a un nuevo paradigma de desarrollo económico y tecnológico, llamado “economía verde” por algunos y “economía sostenible” por otros. Conceptos como “ciudades sostenibles”, por ejemplo, implican fuertes desafíos de reconversión industrial y tecnológica, junto a un uso creciente de energías renovables. Este nuevo paradigma que está surgiendo desde los países desarrollados es considerado por algunos analistas como la sexta ola de Kondratieff, lo que implica que su difusión trasciende al tema de la energía y el cambio climático, para inscribirse en el ámbito de un nuevo ciclo de inversiones de largo plazo.

Se ha introducido el tema de la huella de carbono como elemento adicional en posibles pautas de comercio futuro de bienes. Los aspectos vinculados al liderazgo en la

producción de energías renovables, provisión de tecnología y nuevos tipos de artefactos conforman sin duda uno de los ejes centrales de desarrollo de los países avanzados, disputables también como mercado por algunos de los países en desarrollo y otras economías emergentes. El impulso de una amplia variedad de energías renovables no convencionales y de la eficiencia energética, incluyendo la discusión y desarrollo de conceptos tales como *Smart grids*, el automóvil eléctrico EE. UU. importó 11,4 millones de barriles/día en 2011 de varios países, destacándose las importaciones de Canadá (29%), Arabia Saudita (14%), Venezuela (11%), Nigeria (10%) y México (8%).

En la perspectiva reseñada, la energía eólica ha venido experimentando avances tecnológicos muy significativos, que han redundado en una mejora de sus factores de capacidad, un incremento de la potencia media y una tendencia decreciente en los costos por MW instalado y generado. Asimismo, los avances en el monitoreo de los vientos, la utilización de sensores y otras mejoras tecnológicas permitieron superar barreras de operación de redes sincronizadas. El desarrollo de la energía solar ha sido particularmente significativo en los últimos años. Su principal incremento se ha dado en Europa, primordialmente en base al desarrollo de proyectos conectados a la red.

Las mejoras tecnológicas han sido claves en este impulso y se prevé que en el mediano plazo los proyectos serán comercialmente autosostenidos. En cuanto a la geotermia, el crecimiento de la capacidad instalada en los últimos años ha sido más bien modesto (2,8% anual).

Por otra parte, la producción de biocombustibles se incrementó de manera acelerada entre 2003 y 2010, representando un equivalente del 2,3% de la producción de crudo en términos de barriles por día en 201013. Cabe mencionar que la región es pionera en este tema, en especial por la participación de Brasil.

Existe un reconocimiento global que en el corto plazo la eficiencia energética es la opción más costo-efectiva. Se estima que las mejoras de productividad energética habrían permitido el ahorro de 3,6 Gtep desde 1990 hasta el presente. Las ganancias de eficiencia son mayores en los sectores de consumo (que representan alrededor del 20% a nivel global), en tanto las pérdidas en los centros de transformación se han incrementado debido a la cada vez mayor producción eléctrica con plantas térmicas.

La industria es el sector económico que mejor aprovechó las ganancias de eficiencia en los países industrializados, mientras que en los países en desarrollo el sector residencial es el que revela las mejoras más importantes. En contraste, el sector transporte continúa presentando a diferencia de los proyectos característicos de uso en América Latina, Asia y África, donde la energía producida con sistemas fotovoltaicos se consideró prioritaria para proveer de servicios eléctricos básicos a zonas rurales aisladas. Esto está cambiando en

los últimos dos años.

Dicha proporción era de sólo 0,4% en el 2000 y de 0,7% en 2007. A nivel de las actividades industriales más energointensivas (acero, aluminio, cemento, pulpa y papel) la tendencia del proceso de globalización y concentración observa una convergencia en cuanto a ganancia de eficiencia los menores avances. Las tendencias globales no reflejan ni las mejoras de la eficiencia de los vehículos y tampoco los resultados de las políticas públicas. Los factores "no-técnicos", como congestión y el crecimiento del parque y tamaño de los vehículos, anulan las ganancias técnicas en gran medida.

Los diversos procesos y cambios registrados en el contexto económico energético mundial se están haciendo sentir en los países de ALyC en forma muy diversa, según la orientación básica de sus exportaciones, los mercados de destino, la disponibilidad de recursos naturales y las políticas internas. panorama económico-energético mundial.

En la última década los países exportadores de materias primas, especialmente los de alimentos, minerales y combustibles, gozaron de una bonanza inédita que se tradujo también en impactos positivos sobre sus economías (particularmente en las naciones sudamericanas). Por su parte, los países que conforman Mesoamérica mostraron un empeoramiento significativo de su balanza comercial, lo que también se ha observado en los países del Caribe, deficitarios de productos energéticos.

Una característica destacable ha sido que el contexto de la reconfiguración espacial de la producción, consumo y comercio ha provocado un mayor comercio intrarregional de manufacturas (especialmente en América del Sur), lo que ha implicado que las exportaciones latinoamericanas sean algo menos dependiente de economías foráneas. Cabe subrayar que existe aún un gran potencial de oportunidades de comercio e integración productiva entre los países de ALyC, que de concretarse crearían economías de escala importantes. Mientras que entre 1995 y 2002 el 85% del incremento de las exportaciones fue debido a la demanda de los países desarrollados, entre 2002 y 2009 ellos dieron cuenta solo del 49% de dicho incremento. Aun así, la región en su conjunto dependía en más del 60% de sus exportaciones de la demanda proveniente de los países centrales, lo que obliga a examinar las interdependencias de la economía mundial y evaluar el grado real de desacople alcanzado.

La situación en el desempeño económico de ALyC a corto y mediano plazo está sujeto en buena parte a la forma que tomen los procesos mundiales de ajuste, particularmente la salida de la crisis por parte de la zona euro, así como la desaceleración de China.

También dependerá de la capacidad de respuesta de la región para responder adecuadamente a las turbulencias externas. Hay coincidencia en los análisis de los organismos internacionales que las medidas adoptadas generaron en la mayoría de los

países de la región espacios fiscales para reaccionar con políticas contra cíclicas ante las adversidades de la economía internacional. Estas medidas permitieron en el último quinquenio estabilizar el empleo, la inversión y el crecimiento.

En el mismo sentido, el mejoramiento de los indicadores de exportación ha elevado notablemente el ingreso de divisas y el crecimiento de las reservas internacionales a valores que constituyen máximos históricos. Esta situación, entre otras causas, no solamente ha afectado la posición relativa de las monedas locales (valorización respecto al dólar estadounidense), sino que también ha generado una fortaleza regional para financiamiento, cuyas consecuencias no están claramente dimensionadas. Comercio intrarregional.

Las posibilidades de acceso al comercio entre regiones en desarrollo (Sur-Sur) Es imperiosa la construcción de infraestructura (puertos, aeropuertos, carreteras, ampliación de la oferta energética, entre otros), sin descuida la inversión en políticas sociales, en capacitación laboral y en investigación y desarrollo. Existe aún un gran potencial de oportunidades de comercio e integración productiva entre los países de alyc, que de concretarse crearía economías de escala importantes.

La situación en la región debe ser estudiada con mucho cuidado porque pueden ser progresivamente establecidas sobre bases más firmes. Esto no solo significaría que los intercambios se den con un mayor valor agregado, sino sobre aprendizajes tecnológicos más complejos que requieren de una planificación integrada y flexible. Lograr una madurez y consolidación de los procesos de integración subregionales y una mayor integración conjunta de dichos bloques es una prioridad sobre la que deben trabajar los países de la región y sus representaciones, superando los límites coyunturales del proteccionismo.

Mientras buena parte de los beneficios regionales del modelo de crecimiento actual sean altamente sensibles a la variación de los precios internacionales, parece ser indispensable canalizar rentas hacia inversiones estratégicas para lograr un desarrollo futuro menos dependiente de la importación de tecnologías y de las exportaciones de productos primarios, que puedan basarse de forma progresiva en el mercado interno. Para ello se vuelve imperiosa la construcción de infraestructura (puertos, aeropuertos, carreteras, ampliación de la oferta energética, etc.), sin descuidar la inversión en políticas sociales, en capacitación laboral y en investigación y desarrollo.

Esto requerirá delinear una trayectoria deseable y analizar las estrategias para su viabilidad, lo que implica dar relevancia al sector de la energía, tanto en su aspecto de productor como de proveedor del insumo. EEUU era un importante importador de GNL, pero hoy gracias al desarrollo de los hidrocarburos no convencionales no solo ha reducido las importaciones, sino que puede consolidar un perfil exportador. Esta situación, en caso de mantenerse en el largo plazo con precios comparativamente muy bajos, tendría un

fuerte impacto en el contexto regional y mundial.

La producción de esquistos bituminosos está transformando el panorama del sector, lo cual hace que los países de ALyC se vean enfrentados a delinear políticas más activas para atraer la inversión. De esta forma, los hidrocarburos no convencionales constituyen un gran reto para la región. El desarrollo de su importante potencial en varios países demandará la adopción de un régimen regulatorio que propicie la exploración, desarrollo y producción de dichos recursos, que requieren a su vez de tecnologías, estructuras empresariales y de personal diferentes a las de la producción de los hidrocarburos convencionales. la producción de esquistos bituminosos está transformando el panorama del sector, al deberá delinear políticas más activas para atraer la inversión.

Al mismo tiempo se requiere que la región sea receptora de tecnologías vinculadas al paradigma del desarrollo sostenible, para lo cual debe estar preparada en términos de creación y adaptación tecnológica, y al mismo tiempo establecer estrategias claras respecto a la matriz energética más adecuada según su disponibilidad de recursos naturales, técnicos y financieros.

La inclusión de elementos del paradigma de desarrollo sostenible (en especial en cuanto a la introducción y difusión de energías renovables no convencionales), deberá ser contemplada en ALyC como una oportunidad de desarrollo, si ellas contribuyen a crear nuevas cadenas productivas, valor agregado y mejoras en el posicionamiento regional frente a la economía global. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que ello puede constituir una sobrecarga sobre las necesidades de financiamiento que compiten con otros fines prioritarios (gasto público social e inversión), y tener impactos negativos sobre el costo de la energía.

No puede desconocerse una trayectoria de desarrollo energético en la región –aunque sea solo en algunos países–, pero el impacto se refleja en los indicadores regionales, que colocan a ALyC en una situación comparativamente favorable en lo que se refiere al uso de fuentes renovables. En esta misma línea, sería recomendable que el sector energético coordine con los sectores gubernamentales que negocian en los foros internacionales relacionados con el tema ambiental, una posición más adecuada a la situación real del desarrollo energético. El avance de la hidroelectricidad (aún con un gran potencial a aprovechar) y de los biocombustibles en la región constituyen ejemplos mundiales e inclusive tecnológico que no debe ser minimizado en los estudios prospectivos.

La región latinoamericana deberá enfrentar también el debate sobre el futuro de la energía nuclear. Si se produjeran cambios en la matriz de abastecimiento mundial de energía, la Agencia Internacional de Energía (AIE) prevé un incremento del precio de la energía, incluido el de la electricidad, lo que va a pesar sobre los esfuerzos para luchar

contra el cambio climático. se hace indispensable canalizar rentas hacia inversiones estratégicas para lograr un desarrollo futuro menos dependiente de la importación de tecnologías y de las exportaciones de productos primarios. El avance de la hidroelectricidad y los biocombustibles en la región constituyen ejemplos mundiales.

La situación en la región

Hoy la energía nuclear representa el 7% del consumo mundial de energía primaria y el 15% de la producción mundial de electricidad. Este peso es más importante en los países industrializados (19% de la producción eléctrica en EEUU, 28% en la Unión Europea, 30% en Japón y el 75% en Francia). Las centrales en construcción se encuentran principalmente en China (28 centrales), Rusia (11) y Corea (5). En América Latina se inauguró en septiembre de 2011 la central de Atucha II en Argentina, y en Brasil se está construyendo Angra 3, que se suman a las seis existentes en la región.

El escenario nuclear plantea dos hipótesis de participación en la estabilización de las emisiones de CO2. La primera implica reducir la participación nuclear en la generación eléctrica de 13% en 2010 a 7% en 2035, con 332 GW de potencia instalada en 2035 (contabilizando 69 GW actualmente en construcción, 91 GW de nuevas centrales y fundamentalmente el retiro de 218 GW); mientras que en la hipótesis más optimista sería conservar el 13% de participación en la generación total, contar con 629 GW de potencia instalada (69 GW en construcción, 277 GW de nuevas adicciones, y solamente 107 GW retirados, la mitad que en el caso anterior). En cualquiera de los dos casos, se prevé que el costo de capital de la construcción de nuevas centrales aumentará entre 5% y 10% de lo que se suponía antes de la crisis de Fukushima, y el mayor dinamismo estará centrado en los países en desarrollo.

La reducción de la energía nuclear en la generación total implicará que el gas y el carbón, y en menor medida las energías renovables, podrían jugar un rol más importante para la generación eléctrica. El consumo mundial de gas podría aumentar un 5% como mínimo, así como el carbón y las energías renovables.

Para la AIE, ese recurso a las energías fósiles “podría conllevar un incremento de 0,5 a 0,9 gigatoneladas adicionales de CO_2 en 2035, lo que compromete las posibilidades de limitar el aumento de 2 grados de la temperatura para finales de siglo”. Para evitar dicho aumento en las emisiones de CO2, la AIE estima que las inversiones en energías renovables deberían incrementarse en 1,5 trillones de dólares. Esto es un 10% por encima de las necesarias en el caso alternativo.

Por razones de seguridad energética en el largo plazo, ALyC debería estudiar con mayor profundidad las opciones de desarrollo tecnológico endógeno para la generación eléctrica, con base en la cooperación intraregional, pero abierta al intercambio con los

desarrollos más avanzados en el mundo.

La matriz energética

En comparación con el valor medio mundial, ALyC tiene en la actualidad una participación de la energía renovable en la matriz energética (25%) relativamente más alta que otras zonas del mundo (Europa, América del Norte, Asia) debido principalmente a la elevada participación de la hidroelectricidad y de biocombustibles en varios países de América del Sur. De la misma manera, la región posee un importante potencial de recursos renovables (hidroelectricidad, energía solar, energía eólica, biomasa, entre otros) que posibilitaría incrementar de manera significativa este indicador. A pesar de dicha consideración, en la matriz energética dominan el petróleo y sus derivados (con 41%), y el gas natural (con 28%). La región posee actualmente una posición estratégica en lo referente a las reservas de petróleo. Esto se debe, principalmente, a que en los últimos 10 años.

Energía: una visión sobre los retos y oportunidades en América Latina y el Caribe años la empresa estatal venezolana Petróleos de Venezuela (PDVSA) realizó una importante certificación de las reservas, gran parte de ellas localizadas en la Faja del Orinoco. Ello motivó que las reservas de petróleo de la región alcanzaran en el año 2011 a 335.700 millones de barriles (109 bbl), con un crecimiento en el período 2000-2011 de 172,8%.

En el caso del gas natural, la proporción del total de las reservas comprobadas de la región no solo disminuyó sobre el total mundial (6,5% en 1986 a4,0% en 2011), sino que en varios países se ha producido una caída de reservas en términos absolutos. En 2011 las reservas llegaron a 7,97 Tm3 (1012m3) lo que significó una caída de 3,4% entre 2000 y 2011.

El carbón mineral constituye 4% de la matriz energética de la región, muy por debajo de la proporción en la matriz a nivel mundial, donde alcanza el 27%. Las reservas probadas a 2011 fueron de 13.800 millones de toneladas, concentradas principalmente (73%) en Colombia y Brasil. La producción del recurso fue, a ese año, 107 millones de toneladas, siendo Colombia el mayor productor (80%), destinando la mayor cantidad a la exportación. En el sector eléctrico, el carbón mineral representa el 8% de insumos a generación, siendo la cuarta fuente más utilizada luego de la hidroenergía (34%), gas natural (29%) y fuel oil (11%).

Demanda y consumo

La demanda de energía final en la región a 2011 alcanzó 4.353 millones de BEP. El crecimiento muestra un mayor dinamismo en el decenio 2000-2010 (34,23%) con relación a la década 1990-2000 (31,36%), tendencia que se vio interrumpida en 2009 debido al

ya mencionado impacto de la crisis económica mundial. Históricamente los sectores de mayor consumo de energía final en ALyC han sido el transporte (35%) y la industria (33%). El consumo residencial se aproxima al 16% y el resto de los sectores conforman el 16% restante.

En cuanto a las fuentes utilizadas, casi las dos terceras partes corresponde a hidrocarburos (del cual 51% correspondió a petróleo y derivados, y 14% al gas natural), seguidos por la electricidad (16%). Se observa también un gran cambio en los sectores de mayor consumo de energía final en américa latina y el caribe han sido el transporte (35%) y la industria (33%). bio en la participación de combustibles sólidos, donde la leña y carbón vegetal disminuyeron su participación de 11% en 2000 a 9% en 2011.

Las tendencias registradas en las pautas de consumo del sector transporte caracterizadas por una relativa mayor "dieselización" del parque automotor y un estancamiento relativo de la capacidad de refinación han conducido a una mayor dependencia de la región hacia el diésel y gasolinas importadas. A pesar que a nivel global la región se perfila como gran exportadora de energía, esta situación presenta grandes desafíos, además de marcadas diferencias entre países y subregiones. En tal sentido, cabe decir que la posición exportadora se sustentaría básicamente por las reservas de Venezuela, siempre y cuando estas sean puestas en producción; y por las de Brasil, con un potencial mayor desarrollo de la presa. Se abre una interrogante para los casos de México, Colombia y Trinidad y Tobago, dado las evoluciones recientes de la relación reserva-producción. Para completar el análisis, habrá que ver cómo impactarán los recursos no convencionales en estas reservas.

Retos y desafíos

Distintos análisis prospectivos señalan que la región deberá enfrentar una creciente demanda de energía, la que provendrá del mayor tamaño de sus economías bajo el impulso de factores exógenos (mercado mundial) y endógenos (inclusión social, industrialización, mayores centros urbanos). Frente a esta realidad, se detecta la necesidad, en varios países de la región, de una mayor oferta energética, en especial en electricidad, gas natural y producción de derivados de petróleo; y de una planificación energética a largo plazo. En algunos casos, los atrasos en las tarifas internas han llevado a desinversiones, o bien no han permitido crear un marco adecuado para el financiamiento de la expansión de la oferta.

Las formas en que la región produce y consume su energía deberán ser articuladas con políticas sostenibles y dar lugar a una mayor integración económica regional, con el aumento de la inversión, articuladas dentro de lo posible con las industrias consumidoras (por ejemplo: sector automotriz, petroquímico, agroalimentario, minero, servicios). la capacidad de refinación creció solo al 0,3% anual acumulativo, para una demanda que lo

hizo al 2,4% en los últimos años.

Aun cuando la región produce energía mediante una matriz relativamente limpia, sobre la base de sus recursos naturales abundantes, y que es un bajo emisor de gases de efecto invernadero en términos relativos y absolutos, cabe señalar que su futura inserción mundial puede depender de los avances que logre en la adaptación de sus productos a normas ambientales restrictivas y a los mercados mundiales. Aunque esto no debe ser visto como prioridad en el tema energético, sí debe ser considerado de un modo balanceado, identificando desde ya cuáles de los productos exportables hoy o en el futuro pueden ser más vulnerables según sus principales mercados de destino.

La región deberá poder satisfacer en los próximos 20 años demandas no menores a 5,8 millones barriles/día (MMBD) de petróleo para su consumo interno (lo que arroja una demanda incremental de no menos de 2 MMBD), niveles de entre 600 y 700 millones de m3/día (MMm3/día) de gas natural (lo que significa un incremento mínimo de 200 MMm3/día), y entre 1.400 y 1.700 TWh de demanda de energía eléctrica. Si se pretende alcanzar estas magnitudes, que superan las tasas de crecimiento históricas de demanda y oferta energética, y mantener la posición exportadora neta de energía, se requerirá de grandes inversiones en el sector.

Los principales desajustes que deben hacerse para mantener el equilibrio en la oferta y demanda de energía se refieren al crecimiento de la demanda de gas para generación eléctrica, que puede ser muy superior a la oferta proyectada y a la capacidad de reposición de reservas de gas natural. Por su parte, la capacidad de refinación creció solo al 0,3% anual acumulativo, para una demanda que lo hizo al 2,4%. Si bien en países como Chile, Argentina y Brasil las refinerías poseen un grado de conversión y complejidad avanzado, reflejo de fuertes inversiones en mejora de las calidades de los derivados en las últimas dos décadas, la mayoría de las naciones de la región aún enfrentan importantes desafíos en este sentido, reflejados en gran parte en los proyectos de inversión actualmente en desarrollo para los próximos 5 años. la región deberá satisfacer una demanda en los próximos 20 años de unos 5,8 millones de barriles de petróleo y 700 millones de metros cúbicos de gas natural por día.

La desadaptación cualitativa y cuantitativa de las refinerías condujo a una mayor necesidad de importación de derivados como el diésel y las gasolinas, creando excedentes exportables de fuel oil de menor valorización en el mercado.

Otro desafío para los países de la región desde el punto de vista ambiental es revertir la tendencia al crecimiento de la capacidad instalada de generación térmica, explicada principalmente por la penetración del gas natural, que entre 2000 y 2011 tuvo un incremento del 66,4%, mayor que el de las fuentes renovables (29,1%). De los 694 GW instalables en

2011, solo están en producción casi el 23% y su mayor utilización dependerá sin duda del proceso que siga su licenciamiento socioambiental. La oferta y demanda de energía en la región, desde comienzos de la década de 2000 se fortaleció, en primero lugar, en América del Sur y más recientemente en toda ALyC, un proceso de integración mediante nuevos mecanismos y formas institucionales, conformado en:

- • Unión de Naciones Suramericanas (UNASUR). Constituida en 2004 con el nombre de Comunidad de Naciones Suramericanas y formalizada en 2008 con la firma del Tratado constitutivo).
- • Comunidad de Estados Latinoamericanos y caribeños (CELAC). Constituida en 2010 en la Cumbre de la Unidad de América Latina y el Caribe y puesta en marcha en 2011 en Caracas.

Estos nuevos mecanismos de integración regional, si bien reconocen los antecedentes de diversos procesos iniciados con anterioridad, los cuales tenían un marcado enfoque en el intercambio comercial entre países inauguran un nuevo paradigma de integración. Se busca avanzar en un Procesos que tienen en cuenta y reconocen las diferentes iniciativas integracionistas de ALADI, ARPEL.

Energía: una visión sobre los retos y oportunidades en América Latina y el Caribe. El sector energético es considerado uno de los pilares del nuevo paradigma integracionista. se ha sugerido incorporar a la CELAC la Estrategia Energética Sudamericana, así como a las estrategias que maneja el caribe en el ámbito energético. proceso de concertación política que se sustenta en la visión estratégica en varios sectores básicos y estructuradores de un desarrollo endógeno.

Entre estos sectores, el energético es considerado uno de los pilares de nuevo paradigma integracionista, con especial énfasis en UNASUR, dada la existencia de importantes y estratégicos recursos energéticos renovables y no renovables, aun cuando esos recursos están distribuidos de manera heterogénea entre países.

El mencionado proceso de concertación de una visión estratégica se está consolidando en los diferentes mecanismos. En el ámbito de la CELAC, por ejemplo, se ha propuesto que los Lineamientos de la Estrategia Energética Suramericana sean incorporados a su estrategia energética (Plan de Acción de Caracas, 2012). Durante la I Reunión de Ministros de Energía de CELAC (Lima, 16 de noviembre de 2012) se sugirió incorporar este organismo a la Estrategia Energética de América Central, así como a las estrategias que maneja el Caribe en el ámbito energético. Asimismo, se resalta en el ámbito de CELAC el intercambio de información y experiencias en el área de biocombustibles.

Los lineamientos de la Estrategia Energética Suramericana tienen en consideración el respeto a las políticas nacionales, los marcos legales vigentes en cada país y los acuerdos

internacionales existentes. Existe un interés particular por impulsar la industrialización de las cadenas de valor relacionadas con la energía e incentivar la relación entre las empresas energéticas estatales, con miras, entre otros, a la creación de empresas transnacionales, mediante esquemas de asociación cuya composición dependerá de cada país, en especial de sus políticas y regulaciones.

Las negociaciones que se llevan a cabo en el ámbito energético de UNASUR dependen, en buena medida, del avance en el Tratado Energético Suramericano. Este instrumento tiene una estructura aprobada, cuyo objetivo principal ha sido la de establecer definiciones básicas y reglas relacionadas con el intercambio de energía entre países miembros; y posiciones regionales sobre temas cruciales, tales como: seguridad energética, ambiente, desarrollo tecnológico y cooperación técnica.

En lo que se refiere a intercambios energéticos, los temas a tratar incluyen, entre otros, los siguientes: libre tránsito de energía, no discriminación, estabilidad contractual y seguridad jurídica, libertad de acceso (de manera regulada) a la capacidad remanente, principios tarifarios, competencia y complementariedad. Si bien la CELAC aún no ha adoptado los lineamientos de la Estrategia Energética Suramericana, todo indica que en un futuro próximo combinará elementos de esa estrategia con los de las otras subregiones.

Aspectos regionales institucionales

En los últimos años el sector de la electricidad ha experimentado cambios significativos, con ajustes en las orientaciones políticas, así como por distintos enfoques para superar las dificultades preexistentes.

Los sistemas eléctricos de la región se caracterizan en general por la elevada participación de la generación hidráulica, altas tasas de crecimiento de la demanda y riesgos de falta de abastecimiento durante las sequías. A lo anterior se suma la volatilidad, con tendencia al alza, de los precios de los hidrocarburos y su impacto en los costos de generación, lo que ha llevado a autoridades energéticas a tomar medidas de planificación, política eléctrica y regulatorias, para asegurar la expansión de los sistemas en el largo plazo. En algunos países se han implementado nuevas reformas en la estructura del sector orientadas a una mayor participación del Estado o de empresas estatales.

Casos de algunos países

En Ecuador, la Constitución dispone que el Estado asuma el control total sobre los sectores estratégicos y la responsabilidad en la prestación de los servicios.

Energía: una visión sobre los retos y oportunidades en América Latina y el Caribe, crecientes costos de generación han llevado a las autoridades energéticas a tomar medidas de planificación, política eléctrica y regulatorias, para asegurar la expansión de los sistemas

en el largo plazo. servicios públicos a través de sus empresas.

Bolivia, en el marco de las reformas impulsadas por el Gobierno Nacional en el sector eléctrico del año 2008, introdujo reformas que retoman la participación del Estado en el sector eléctrico, para lo cual dispuso que la empresa estatal ENDE participe en todas las actividades de la industria eléctrica. Además, entre 2010 y 2012 se nacionalizó gran parte de las empresas del sector. El esquema jurídico de empresa única verticalmente integrada rige en el sector eléctrico de Paraguay.

En el caso de Argentina, las autoridades establecieron desde el año 2002 diversos mecanismos para fomentar la construcción de centrales de generación y otras infraestructuras a partir de fondos públicos o público-privados.

En otros países se han consolidado cambios en la regulación de la generación, especialmente en lo referente a las licitaciones de contratos de largo plazo, con participación de empresas privadas y/o públicas. Esto ocurre en Brasil, Chile, Colombia, El Salvador, Guatemala, Perú y Uruguay. Las condiciones y términos de participación en las licitaciones establecidas por las autoridades energéticas evidencian un mayor énfasis hacia una planificación de la expansión.

Mercados a largo plazo: Asegurando suministros

La tendencia es que existan mercados de contratos de largo plazo y mercados spot para la energía. En términos generales, la orientación desde 2004 ha sido la de reformar y reforzar los mecanismos de contratación de largo plazo como forma de asegurar el abastecimiento.

Los diseños y cambios descritos tienen en común el interés de asegurar la suficiencia de suministro en el largo plazo. En general, en todos los países de América del Sur existen remuneraciones a la capacidad de generación separadas de las de energía (con la excepción de Brasil), y los precios spot resultan de los costos marginales obtenidos de modelos de optimización de la operación, que emplean costos variables de las centrales (con la excepción de Colombia, donde se emplean ofertas de precios de los generadores). En Argentina, Brasil y Uruguay existen cotas superiores explícitas a los precios spot. En Ecuador hay normas que fijan precios regulados para los contratos en base a la remuneración de costos fijos y variables.

Opción de las energías renovables

La incorporación de las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) en la matriz energética también se lleva a cabo a partir de la planificación, observándose un interés creciente en algunos países de la región. A título de ejemplo:

- Brasil y Uruguay realizan subastas para comprar esas energías.

- Chile estableció que, a partir de 2010, las empresas deben cubrir el 5% en el abastecimiento con ERNC o pagar una multa.
- Ecuador ha establecido precios especiales por tipo de tecnología.

La conexión a la red en forma masiva de potencia de las ERNC, y particularmente de energía eólica, está dando lugar a importantes desafíos.

Las localizaciones potenciales para la energía eólica son múltiples y cuando son elegidas libremente por los oferentes en los procesos licitatorios, como ocurre en Brasil y Uruguay, la conexión a la red no puede planificarse con anticipación. En Chile, el gobierno ha presentado al Poder Legislativo un proyecto de modificación a la regulación de la transmisión, entre cuyos objetivos está el de facilitar la conexión a la red troncal de estas energías, además se debe promover la inversión eficiente, con una visión integral de la cadena: generación, transmisión y distribución.

Energía: una visión sobre los retos y oportunidades en América Latina y el Caribe El reto para américa latina y el caribe es la universalización del servicio eléctrico, para incluir a la población menos privilegiada.

Desde hace mucho tiempo la transmisión viene siendo planificada de manera centralizada, pero utilizando mecanismos competitivos de adjudicación de obras. En cuanto a su regulación, la casi totalidad de los países de la región se caracterizan por la existencia de procedimientos de planificación centralizada que determinan la decisión de las expansiones. En gran parte de los países, se prevé que éstas tengan lugar mediante procedimientos competitivos que adjudiquen su construcción, propiedad y mantenimiento a quien requiera la menor remuneración anual. En el caso de Ecuador, Paraguay, Argentina y Uruguay, están a cargo de una misma empresa o grupo de empresas (RENA., 2017).

A nivel de distribución, se han desarrollado e implementado en general normativas regulatorias que comprenden metodologías para determinar los costos reconocidos, revisiones tarifarias, reglamentos de calidad del servicio y procedimientos operativos para los procesos de cara al cliente. Se han mejorado la eficiencia empresarial, aunque persisten niveles altos de pérdidas; y la calidad del servicio, a pesar de que existen márgenes para seguir incrementándola. En cuanto a la liberalización de los clientes desde el punto de vista de la elección.

LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA CON FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EJEMPLO PRÁCTICO (CHILE)

El desarrollo de las energías renovables en la región continúa en claro crecimiento, sorteando diferentes desafíos económicos, regulatorios, técnicos y financieros para su implementación.

El recorrido de este mercado ha sido dominado inicialmente por un aumento en la participación de las tecnologías solar fotovoltaica y eólica en los segmentos de alta potencia, junto con otras tecnologías de generación de bajas emisiones a partir de biogás y biomasa, sumados al considerable aprovechamiento del recurso hidroeléctrico en la región.

A partir del año 2015 se observa además una importante tendencia en el segmento "Generación Distribuida", es decir generación renovable de baja escala cercana al punto de consumo. Las razones principales de este desarrollo provienen de una mayor eficiencia y reducción de costos en la tecnología solar fotovoltaica sumados a la entrada en vigencia de nuevos marcos regulatorios e incentivos que habilitan la integración de estas tecnologías por parte de los usuarios de las redes de distribución.

EL MERCADO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El sector eléctrico ha venido desarrollando su infraestructura en miras de brindar el servicio público de energía eléctrica bajo condiciones, que garanticen la continuidad, calidad y seguridad adecuadas, bajo condiciones de soberanía, priorizando la utilización de las fuentes de energías renovables, complementando con energía térmica eficiente y de última tecnología, que consume combustible de producción nacional; asegurando la estabilidad eléctrica del sistema y manteniendo márgenes de reserva adecuados para enfrentar inclusive periodos de marcada sequía.

A cerca de los principios del mercado eléctrico ecuatoriano se encuentra sus primeros inicios en el año 1925 con la Empresa Eléctrica del Ecuador (EMELEC), (Peralta, s.f.) menciona que el 29 de octubre de 1925, la municipalidad de Guayaquil firma un contrato para distribuir y comercializar la energía eléctrica en Guayaquil por 60 años, según (INECEL, 1978) “en 1926, el Gobierno del Ecuador suscribió un contrato por 60 años con la AMERICAN FOREING POWER CO., para el suministro de energía eléctrica a la ciudad de Guayaquil”. Continuando después con la ciudad de Quito y Riobamba.

Según (INECEL, 1978) posteriormente se crea en el año 1961 el Instituto Ecuatoriano de Electrificación. Según (Gómez Morales, 2015) el sector eléctrico ecuatoriano se encuentra dividido de la siguiente manera:

1. El Consejo Nacional de Electricidad.
2. El Centro Nacional de Control de la Energía.
3. Las empresas eléctricas concesionarias de generación.
4. La Empresa Eléctrica Concesionaria de Transmisión.
5. Las empresas eléctricas concesionarias de distribución y comercialización.

En la Figura 10 se muestra los Sistemas de generación.

Figura 10. Sistemas de generación

Fuente: (Bauza, 2017).

CARACTERÍSTICAS DE LOS MERCADOS ENERGÉTICOS DE AMÉRICA LATINA

América Latina y el Caribe son ricos en recursos energéticos: hidrocarburos, energía hidroeléctrica y los biocombustibles, sin embargo, muchos países de la región enfrentan escasez de energía debido a la falta de inversión en infraestructura para el suministro y el aumento del precio de los combustibles importados.

Dado que las empresas globales invierten en el aprovechamiento de los recursos y el desarrollo de infraestructura para satisfacer las necesidades de energía, Tetra Tech está ahí para ayudar a estudiar, planificar, diseñar y supervisar la construcción de los proyectos de energía más importantes de nuestros clientes.

La energía es fundamental para el desarrollo económico y la equidad social. Sin embargo, el Banco Interamericano de Desarrollo estima que 34 millones de personas en América Latina y el Caribe no tienen acceso a la electricidad moderna. En Tetra Tech estamos trabajando con nuestros clientes: los desarrolladores de políticas, los inversionistas, las instituciones financieras y los organismos internacionales de desarrollo, para mejorar el alcance y el desempeño del sector energético. Asistimos además con reglamentación para las empresas comerciales y los gobiernos, así como con la integración de opciones renovables y otras opciones de baja generación de carbón para ayudar a mitigar el cambio climático.

Los principales retos a los que se enfrenta el sector energético en América Latina y el Caribe son varios, pero podemos mencionar los siguientes:

- Gran aumento de los niveles de urbanización y concentración económica, y su consecuente impacto en el suministro de energía y en la calidad del aire;
- Aparición de nuevas tecnologías disruptivas (energías renovables, sistemas y redes inteligentes, infraestructura de medición, sistemas almacenamiento y otros), que impulsarían la rápida transformación del modelo actual de prestación del servicio de energía y que requieren mayor conocimiento técnico;
- Cambios en los patrones de los mercados energéticos mundiales (como el exceso de oferta de petróleo) con implicaciones para la seguridad energética, el comercio y el costo de la energía;
- Aumento del impacto del cambio climático en el suministro de energía y la seguridad energética (como la hidrología, daños a la infraestructura energética por condiciones climáticas extremas, etc.), y los compromisos políticos para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero;
- Aumento de las restricciones financieras;
- El financiamiento de infraestructuras energéticas seguirá siendo un reto, y serán necesarios instrumentos de financiamiento innovadores como garantías, seguros climáticos, etc. para abordar los nuevos retos de carácter multidimensional.

PRINCIPALES MERCADOS ENERGÉTICOS DE LA REGIÓN

Brasil, Chile y Argentina son vistos como los mercados más promisorios de Latinoamérica para las energías renovables no convencionales, a pesar de los numerosos vientos en contra y el débil desempeño económico.

Argentina necesita reemplazar alrededor del 35% de sus centrales de energía, que son altamente ineficientes, mientras que Chile definió un plan para eliminar toda la generación a carbón para 2040, lo que abrirá oportunidades para cubrir la capacidad que falta, según un informe de Fitch. Ambos países registrarán las mayores inversiones, en términos relativos, en energías renovables de la región.

Mientras tanto, el sector eléctrico de Brasil ofrecería mejores condiciones que otros sectores del país, en parte porque el Gobierno Federal está abordando problemas sistémicos que afectaban los flujos de efectivo de las empresas y planea mejorar el marco regulatorio para reducir el riesgo sectorial. Además, la disponibilidad de créditos se ha mantenido alta para los proyectos de energía a pesar de la situación económica algo volátil del país, señala Fitch.

La calidad del entorno regulatorio es muy variable entre los países. Chile disfruta de las mejores condiciones generales, mientras que Colombia y Perú están dando grandes pasos para tener un marco regulatorio e instituciones más independientes.

MODELOS DE NEGOCIOS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN AMÉRICA LATINA

Todos los agentes involucrados en las empresas del sector industrial y residencial, las comunidades y las instituciones financieras, deben estar conscientes de la necesidad de identificar todas las instancias que requiere el desarrollo de un proyecto de GD.

El crecimiento del mercado y evolución técnica mundial en los generadores aplicados a la GD, y la oferta–demanda, impulsan una importante disminución de los precios. En la evaluación económica para el ingreso de tecnología de GD hay que tener en cuenta:

1. Precio de la energía producida por la GD versus el de venta al distribuidor o al Mercado.
2. Ventajas de la reducción de costos de la GD y el riesgo asociado con consumo de energía.
3. El precio por servicios auxiliares ofertados, el incentivo a la reducción de congestión en la red de distribución y los costos de inversión en la red al introducir unidades de GD.
4. Precios de mercado y la flexibilidad de tecnologías que se pueden emplear en GD.
5. Establecer el monto y % del valor de otros servicios que puede ofrecer la GD a los consumidores, incluyendo la confiabilidad en suministro.

Para las empresas del sector eléctrico, los resultados no pueden ser solamente económicos, deben ser medidos también en términos de mejora de la calidad del servicio y los beneficios ambientales. En el ámbito internacional y específicamente en el mercado solar norteamericano se aplican tres modelos de negocios. Actualmente, con la modernización del sector y la introducción de metas ambientales para la generación de energía han surgido formas híbridas de estos modelos.

Modelo 1

Las empresas eléctricas distribuidoras son propietarias de los activos de generación solar fotovoltaica y realizan la instalación, operación y mantenimiento de la infraestructura en locales de la propia empresa o de los clientes residenciales o comerciales pagando el alquiler de ocupación por el espacio o el tejado. La energía inyectada en la red pertenece a las empresas eléctricas.

Modelo 2

Las empresas eléctricas distribuidoras financian los sistemas de generación solar fotovoltaica a los clientes y otros actores considerando los altos costos de inversión inicial para la adquisición de los paneles y más equipos complementarios. Bajo este modelo la

energía generada en exceso es inyectada a la red y los clientes pueden disfrutar de la compensación económica de la energía (neteo de la energía).

Modelo 3

Las empresas eléctricas distribuidoras contratan la energía solar fotovoltaica generada por terceros a través de los Power Purchase Agreement (PPA), evitando relación con los microgeneradores (consumidores con generación). En este modelo las empresas distribuidoras realizan actividades tradicionales de contratación de energía para la reventa a los consumidores. Los contratos son establecidos con pocos generadores evitando relación con los microgeneradores o propietarios de tejados.

Para facilitar el uso de los recursos energéticos de la generación distribuida, es fundamental que los agentes del mercado mayorista y minorista tengan acceso transparente y no discriminatorio a las redes eléctricas y a la información de la medición. Esto puede considerarse como algo normal; sin embargo, las preocupaciones crecen cuando la empresa de distribución local también es participante del mercado.

TENDENCIAS DE LOS MERCADOS ENERGÉTICOS DE AMÉRICA LATINA

América Latina ha sido, en general, una muestra clara de los avances en el sector energético y en la región pueden apreciarse diferentes ejemplos de cómo la política energética y la actuación del sector público y de los agentes privados puede afectar al conjunto de la actividad económica.

El análisis del sector energético es fundamental para poder entender el desarrollo económico latinoamericano y especialmente de economías como la mexicana, que basan una parte significativa de su renta en la explotación de sus recursos energéticos y cuyas finanzas públicas se apoyan de forma prioritaria en los ingresos de dicha explotación y, de modo creciente, en los impuestos asociados al consumo de energía. Siendo la energía un elemento clave para el desarrollo económico del continente, constituyendo una variable decisiva para la generación de crecimiento y empleo, las importantes reservas de petróleo y gas tienen un significativo papel en la generación de riqueza para las economías, que por otro lado, requieren un suministro eficiente, incorporando los menores costes posibles, todo ello para permitir el crecimiento de los diferentes sectores productivos, posibilitando de esta manera mayores mejoras en las condiciones de vida.

Las necesidades particulares de recursos energéticos han sido habitualmente satisfechas con un grado desigual de cobertura, consiguiéndose generalmente mediante elevados subsidios en las tarifas por su carácter de servicio público y con un elevado sesgo hacia la cobertura de las áreas urbanas, y mayores dificultades para satisfacer las zonas rurales.

ASPECTOS TÉCNICOS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN EL ECUADOR

El sistema eléctrico de distribución forma parte del sistema eléctrico de potencia (SEP). El SEP está compuesto por las etapas de generación, transmisión y distribución. El SEP se encarga de transportar la energía producida por los centros de generación hacia los centros de consumo y entregar energía eléctrica al usuario en forma segura y con los niveles de calidad exigidos por las entidades de control. El sistema eléctrico de distribución es la porción del sistema eléctrico de potencia, que toma la energía del sistema de transmisión y lo entrega a los usuarios o consumidores.

La normativa vigente para conexión es orientada a la conexión en el sistema de transmisión, se requiere una normativa específica para los medios que aspiran a la conexión en los sistemas de subtransmisión (S/T) y distribución (SD).

Para los medios de generación <1MW se simplifica el proceso de registro de permisos de conexión, pues la regulación es simple y no señala que se conectará al sistema de distribución más cercano, pero no se establecen las condiciones y que políticas guiarán los estudios técnicos de penetración, dispersión y condiciones técnicas de interconexión (CONELEC, 2009).

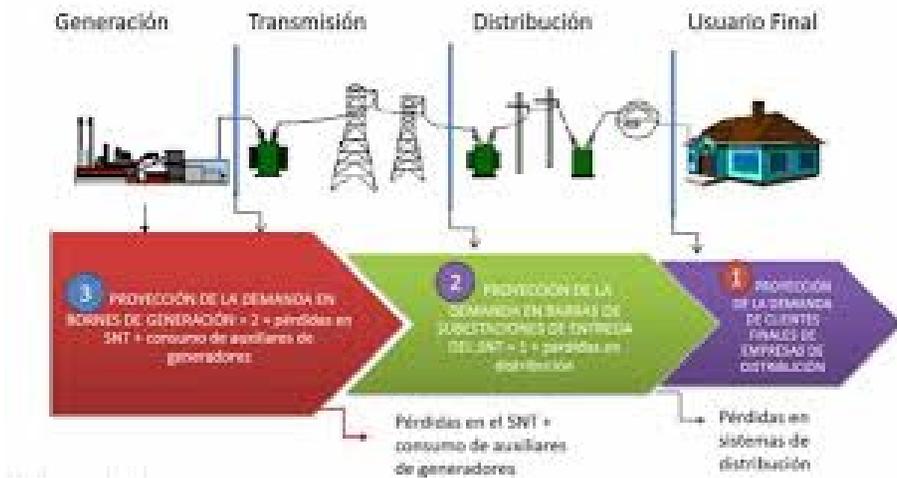



Figura 11. Procesos de generación.

Fuente: (Conferencia Internacional de Energías Renovable, 2004).

Rango de la generación distribuida

En cuanto al rango en capacidad instalada de la GD, ésta varía aún más que la propia definición, pues es bastante subjetivo el criterio para calificar a sus instalaciones

como “relativamente más pequeñas a las centrales de generación”. En la literatura se manejan diferentes rangos: menores a 500 kilowatts (kW); mayores a 1,000 y menores a 5,000 kW; menores a 20,000 kW; menores a 100,000 kW; e inclusive de tan sólo unos cuantos kW, por ejemplo 3 kW.

No obstante, lo anterior y con el afán de establecer una capacidad de acuerdo con las características de generación eléctrica, se puede decir que, en lo que respecta a tecnologías disponibles, la capacidad de los sistemas de GD varía de cientos de kW hasta diez mil kW.

MARCO REGULATORIO ECUATORIANO EN MATERIA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA

El desarrollo eficiente de la GD en un sistema eléctrico de distribución requiere que las regulaciones proporcionen los incentivos adecuados, esto es que reconozcan los beneficios y costos reales que la GD impone al sistema. Los recursos de la GD reducirán las pérdidas en las redes solamente si se localiza y opera en forma adecuada. Lo mismo ocurre con el potencial para regular el voltaje en la red o para aumentar la confiabilidad en el suministro.

La Generación Distribuida (GD) a pesar de ser de alguna manera, un agente del mercado eléctrico ecuatoriano requiere que se postulen normativas especiales y específicas para una mejor integración entre los distintos agentes. Para que la GD evolucione deben generarse los cambios correspondientes en el marco normativo por medio de las Leyes que fomenten y aseguren un proceso claro y consistente para regular la generación eléctrica y principalmente con energías renovables no convencionales.

- El CONELEC, ha emitido varias regulaciones que permiten la incorporación y dan algún impulso a las ERNC
- Regulación N° CONELEC-006/08.- Reglas comerciales de funcionamiento del mercado, el cálculo y la aplicación de los pliegos tarifarios.
- Regulación N° CONELEC-013/08.- Normativa de contratos regulados del mercado, las transacciones de corto y largo plazo, las liquidaciones del mercado; los planes de expansión del SNT y el uso ERNC.
- Regulación N° CONELEC 001/09.- Participación del auto - productor, (auto generador con cogeneración), en la comercialización de la energía. Fomento de cogeneración.
- Regulación No. CONELEC 009/08.- Registro de Generadores Menores a 1 MW, procedimiento para ejecutar proyectos menores a 1 MW, su operación no sea de emergencia.
- Regulación No. CONELEC 002/11.- Principios de excepción para la participa-

ción privada en párrafo 2, artículo 2 de la Ley del Régimen del Sector Eléctrico

- Regulación No. CONELEC 003/11.- Determinación de los plazos y precios en proyectos de generación y autogeneración de iniciativa privada, incluyendo los de energías renovables.
- Regulación No. CONELEC 004/11.- Energía producida con Recursos Energéticos Renovables No Convencionales (ERNC). Requisitos, precios, vigencia, y forma de despacho al SIN.

No se ha podido identificar una legislación específica sobre la Generación Distribuida en Ecuador, excepto por las resoluciones, que impulsan la incursión de algunos proyectos de energías renovables fotovoltaicos e hidráulicos con el límite de potencia de 50MVA.

POLÍTICAS PÚBLICAS EN MATERIA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN EL ECUADOR

Las nuevas directrices del sector eléctrico ecuatoriano impulsarán los objetivos y metas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo en temas de: servicio público de energía eléctrica, alumbrado público general, carga de vehículos eléctricos y almacenamiento de energía, todo esto mediante la participación conjunta de la inversión pública y privada.

Además, se estableció los siguientes pilares estratégicos del sector:

1. Seguridad y Calidad para el Abastecimiento de Energía Eléctrica.
2. Demanda y Consumo de Energía Eléctrica.
3. Eficiencia Energética.
4. Ambiental y Social.
5. Institucional.

Cabe resaltar, que todos los procesos públicos del sector energético, seguirán manteniéndose con transparencia, eficiencia, competitividad, innovación y responsables con el ambiente y así garantizar la seguridad jurídica.

MODELOS DE NEGOCIOS DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN EL ECUADOR

En materia de Generación Distribuida consisten en: el incremento o reducción de las pérdidas, la necesidad de reforzar la capacidad de las líneas y subestaciones (centros de transformación) para dar espacio a los nuevos flujos de potencia inyectados por la GD o a la inversa, podría requerirse la reducción del volumen de inversiones en repotenciar en las redes (generar en puntos cercanos a la demanda reduce los flujos de energía).

Tales cambios implican costos y/o beneficios que deberían ser evaluados y en función

de los análisis económicos, ser incorporados en las tarifas de acceso a las redes, para contar con los ingresos faciliten una adecuada reinversión. No se debe perder de vista el riesgo cuando se trata de la operación de la red de distribución, cuyo esquema se complica, al ser un sistema radial pues los flujos de potencia van de tensiones superiores a inferiores, y se presentan diferentes comportamientos a lo largo del día pues habrá generadores que se conectan y desconectan sin ningún tipo de control por parte del operador de las redes de distribución.

La conexión de estos generadores en los niveles más bajos del esquema jerárquico altera dicho esquema, planteando una serie de problemas de naturaleza técnica y regulatoria. Las actuales leyes y regulaciones en la mayoría de los países de América Latina no tienen la madurez y sobre todo los elementos legales, técnicos y económicos que incorporen las tarifas y medidas que permitan el acceso con costos preferenciales o eventualmente contar con normas claras incentivar un fácil acceso al uso de las redes eléctricas. Ello por tanto no produce los incentivos a los inversores, al momento de dar cabida a la generación distribuida, se estaría en riesgo de que se presenten ineficiencias económicas, pues no se absorben los costos y beneficios que aporta la GD.

Ahora bien, se han emitido algunas señales para una política energética que apoya el desarrollo de la GD renovable, pero aún se deben implementar regulaciones específicas a nivel técnico, que atraigan al inversor y sobre todo reconozcan los costos y beneficios reales de la GD.

El aprovechamiento y la situación de la generación distribuida en el escenario nacional ecuatoriano se podrían resumir en los siguientes aspectos:

1. Ecuador es un Mercado eléctrico pequeño, por ende, como modelo de negocio que se lo ha planteado para una integración vertical en función de la economía de escala de un país pequeño.
2. Hay la creciente necesidad de aumentar la eficiencia de las inversiones, pues el modelo que se ha implementado es de un negocio con subsidiados.
3. Siendo innegable su valor social, no se comete un error al tomar el riesgo de mantener con subsidios al uso de los combustibles y servicios como el de energía eléctrica, pues esto impulsa y aumenta el uso ineficiente.

Sin embargo, de lo anterior, la utilización de la GD como alternativa factible para la planificación de la expansión de la red y de diferimiento de inversiones es perfectamente viable.

ACUERDOS INTERNACIONALES EN MATERIA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN EL ECUADOR

En el caso ecuatoriano, la Ley Orgánica de Servicio Público de Energía Eléctrica no especifica con claridad los aspectos, para que pequeños emprendimientos fotovoltaicos (personas naturales), conectados a las redes de distribución (baja tensión), puedan producir energía para el consumo propio y los excedentes para la comercialización a través de la red eléctrica.

En este ámbito se determina la necesidad de contemplar en la ley, reglamentos, regulaciones, etc., la implementación de la generación distribuida con tecnologías renovables no convencionales especialmente la solar fotovoltaica para el sector residencial o doméstico por el alto potencial energético determinado por los niveles de insolación, otorgando diferentes tipos de incentivos. Las empresas eléctricas de distribución con base en la nueva normativa deberán facilitar la participación de la generación distribuida y llevar a cabo actividades de validación técnica ex ante, para asegurarse que no se produzcan restricciones en la red eléctrica y su verificación expost.

El Ecuador hasta hace poco aplicó la política de precios preferenciales para las fuentes renovables no convencionales (eólica, biomasa y biogás, geotérmica e hidroeléctrica) en la producción de electricidad que se podría decir corresponde a un sistema Feed-in Tariff, dicho incentivo se estableció mediante la Regulación Codificada N.º CONELEC 001/13, misma que fue derogada en junio de 2016. En esta regulación no se contempló precio alguno para la energía solar fotovoltaica, notándose una fuerte deficiencia para la incorporación de este tipo de energía renovable (CONELEC, 2020).

Es recomendable adecuar el marco jurídico del sector eléctrico ecuatoriano, mismo que permita incentivar la instalación de mini y microgeneración distribuida con el uso de energías renovables no convencionales especialmente la solar fotovoltaica considerando los adecuados niveles de insolación existentes en el Ecuador, permitiendo la inversión del sector privado en este tipo de iniciativas y creando los incentivos adecuados para que dicha inversión sea posible. Para el efecto, se deberá establecer, en primer lugar, la cuota de potencia que se pueda desarrollar en generación fotovoltaica para cada empresa distribuidora y cada tipo de cliente que no afecte la operación del sistema de distribución; y, los precios que se deban pagar por dicha producción, que si bien incorporen un incentivo a la inversión no causen un desequilibrio económico a las distribuidoras.

En las reformas del marco jurídico, se recomienda la aplicación del TIF para lo cual deberán establecerse precios de la energía inyectada a la red de distribución que podría estar en el orden de 20,0 cUSD/kWh y rangos de capacidades de hasta 4 kW para clientes residenciales, para un periodo de 20 años. El rango de capacidad para los clientes

comerciales e industriales debe ser determinado con base en estudios que demuestren su factibilidad. Las empresas distribuidoras realizarán actividades tradicionales de contratación de energía para la reventa a los consumidores, lo que se podría denominar la aplicación del modelo 3 modificado. De esta manera, los clientes que se acojan al programa tendrían.

GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y EL MARCO REGULATORIO EN ECUADOR

MARCO REGULATORIO ENERGÉTICO DEL ECUADOR

En los últimos años se ha dirigido a elevar la participación de las fuentes renovables de energía, para reducir la dependencia del petróleo en la generación de electricidad, existe la necesidad de reformar legalmente el marco regulatorio del País en materia energética, de manera que se garantice un desarrollo equilibrado en la participación de las fuentes renovables aplicadas en el modo de la generación distribuida, como garantía del desarrollo local sostenible de los territorios.

La humanidad ha llegado a un punto crítico para que su existencia comience a peligrar. La naturaleza especialmente en países como Ecuador, que tiene una gran diversidad de flora y fauna, que económicamente se sostienen de su explotación y en los momentos actuales está en peligro, afectando gravemente la vida para las generaciones futuras. Cuando esta amenaza se hace presente, surge también la esperanza de la reflexión para el cambio que impida una catástrofe anunciada (Arancibia, 2008).

El objetivo de la investigación consiste en ofrecer un análisis crítico relacionado con el marco regulatorio energético del Ecuador, que en los últimos años se ha dirigido a elevar la participación de las fuentes renovables de energía para reducir la dependencia del petróleo en la generación de electricidad.

Planificar el uso sostenible de los recursos constituye una acción indispensable y con mayor razón los energéticos. La energía está presente en todas las actividades humanas con las que se interactúa frecuentemente, que al propio tiempo genera conflictos de uso que hacen imprescindible la ordenación del territorio. El objetivo básico de la planificación energética es la satisfacción de la demanda prevista del modo más económico y seguro posible (Arancibia, 2008).

Desde décadas pasadas el fenómeno de la globalización influyó en el proceso de integración regional de los países, para hacer frente común a los problemas generados por la gestión de la estructura del tradicional esquema energético. Varios países optaron por entrar en procesos de desregulación de actividades de la industria eléctrica, pasando de modelos de monopolio a modelos de competencia (Navarez Avendaño & Tamay Crespo, 2013). Esta situación particularmente empeoró los conflictos existentes entre la utilización de los recursos naturales y la preservación de la naturaleza.

La generación distribuida actualmente en varios países tiene una gran acogida. La integración de sistemas fotovoltaicos a la arquitectura de los edificios combinando

las funciones de consumidor y generador, constituye una tecnología que se viene implementando desde los años ochenta. Países como Estados Unidos, Alemania, Austria y Suiza fueron de los primeros en aplicar este tipo de sistemas (Caamaño, 1998).

Países como Panamá, Brasil, Chile y Ecuador, han tomado como iniciativa el fomento de las energías renovables, ampliando su marco regulatorio y su aplicabilidad en proyectos que marcan una pauta dentro del desarrollo energético y la sostenibilidad ambiental, aspecto relevante que crea un punto de partida para combinar de modo sostenible la generación clásica, como una necesidad para el mejoramiento de la calidad de la energía y ofrecer una mayor contribución a la protección ambiental (Castellanos, 2018).

La generación eléctrica en el Ecuador está constituida principalmente por grandes centrales de generación. Con el inconveniente que los lugares más alejados de las centrales eléctricas no reciban una energía de calidad y se produzcan pérdidas que afectan la eficiencia del sistema. Frente a este esquema tradicional surgió un modelo alterno denominado Generación Distribuida (GD), que consiste en la generación de electricidad en lugares próximos o muy cerca de los consumidores, donde la energía es suministrada a un menor costo y con altos niveles de eficiencia (Álvarez, Neves, López, & Zambrano, 2017).

El nuevo esquema de la GD requiere de un marco regulatorio descentralizado y ajustado a las características y necesidades de los usuarios, que propicie el uso descentralizado de los recursos energéticos endógenos (Vázquez, Loor, Cuenca, & Hernández, 2016). Consecuentemente es posible hacer un seguimiento de los avances reales y del impacto que dicho marco puede tener, en el incremento de las aplicaciones con tecnologías capaces de cubrir una parte de la demanda energética local (Castellanos, 2018).

Desde el año 2007 el sector eléctrico ecuatoriano ha pasado por una serie de cambios dirigidos a mejorar la red eléctrica y corregir esencialmente los problemas encontrados en las décadas anteriores. Ante la necesidad de cambiar su matriz energética, el Estado está fuertemente comprometido a reducir el uso y la dependencia de los combustibles fósiles para la producción de electricidad (Ponce, 2019). En la provincia de Manabí también se han realizado estudios relacionados con el marco regulatorio energético (Dávila, Davila, Vazquez, & Davila-Arteaga, 2017).

La metodología aplicada para la planificación energética en el país debe estar regulada, garantizando así la participación del estado y del sector privado, para que la aplicación de fuentes renovables de energía reciba el incentivo necesario que permita diversificación de la matriz energética en las áreas urbanas, periurbanas y rurales (MERNNR, 2018).

Se estudiaron artículos de noticias, estadísticas, informes, conjuntos de datos e

inteligencia de mercado, tomando como base la constitución de la República del Ecuador, Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE) y su reglamento, Ley Orgánica de Eficiencia Energética (LOEE), las regulaciones de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) para la generación distribuida y generación fotovoltaica, que permite establecer los elementos conceptuales a partir de la situación existente en el país y conocer el estado actual de las leyes y normas que rigen la gestión energética.

En la última década la forma de administrar el sector eléctrico en el país cambió. Se han dado pasos a políticas para la implementación de nuevas tecnologías. En la Figura 12 se muestran los diferentes tipos de generación existente en el País con la capacidad instalada.

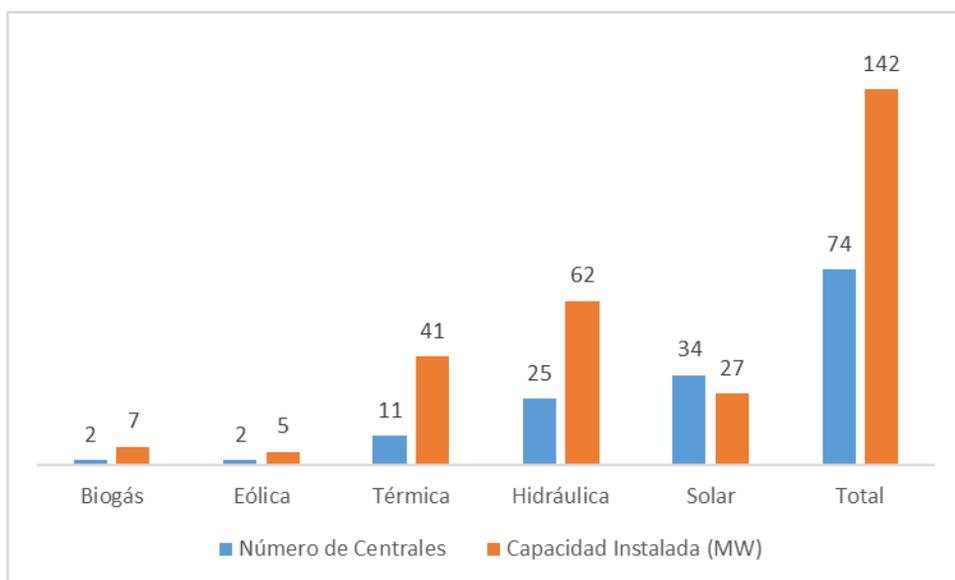



Figura 12. Centrales conectadas a redes de medio voltaje en sistemas de distribución por tipos de fuentes.

Fuente: (ARCONEL, 2020).

En la Constitución de la República del Ecuador (Asamblea Nacional, 2008) se establece como un servicio público que es una responsabilidad del Estado, las prestaciones relacionadas con el servicio eléctrico bajo los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. Se refrenda que los recursos naturales no renovables pertenecen al patrimonio inalienable e imprescriptible del Estado y se priorizará la responsabilidad intergeneracional, la conservación de la naturaleza, para minimizará los impactos negativos de carácter ambiental, cultural, social y económico. En el propio texto constitucional

se reconoce la garantía social para participar en el uso, usufructo, administración y conservación de los recursos naturales renovables. Se enfatiza que el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua.

En la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (Asamblea Nacional, 2015) se establece el orden institucional para cumplir el mandato establecido en la Constitución relacionado con el desempeño de la gestión y control del servicio eléctrico. En la propia Ley se establece que la modernización de las redes eléctricas debe considerar aspectos regulatorios, redes de transporte y distribución de energía, redes de comunicación, generación distribuida, almacenamiento de energía, medición inteligente, control distribuido, gestión activa de la demanda y oportunidades de brindar nuevos productos y servicios.

Particularmente en relación con el marco jurídico de la generación distribuida, se destacan 5 regulaciones jurídicas presentadas en la Figura 13.

Figura 13. Marco jurídico de la generación distribuida

Fuente: Elaboración propia a partir de (ARCONEL, 2020).

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

La Constitución de la República del Ecuador, publicada en el Registro Oficial Nro. 449 de 20 de octubre de 2008, respecto al servicio público de energía eléctrica, destacan 5 artículos, mostrado en la Figura 14 (ARCONEL, 2020).

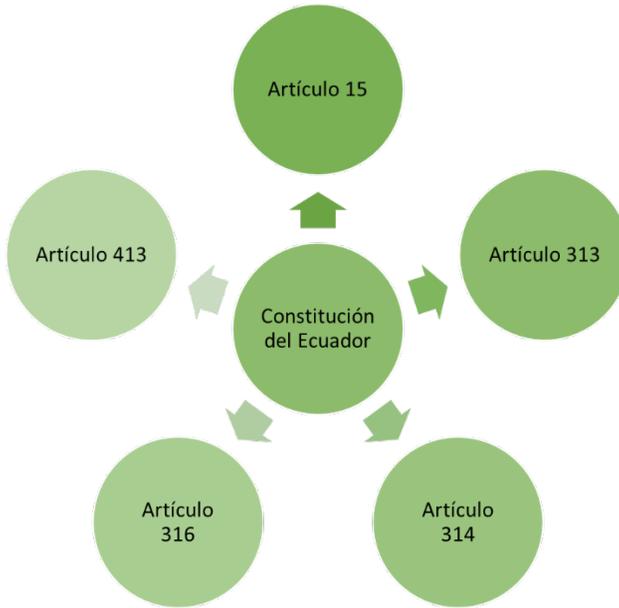



Figura 14*.* Artículos de la Constitución del a república del Ecuador

Fuente: Elaboración propia a partir de (Asamblea Nacional, 2008).

En el artículo 15 de la Constitución (Asamblea Nacional, 2008) se establece que el Estado promoverá en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

En el artículo 313 se establece que la energía en todas sus formas corresponde a los sectores estratégicos y que estos son de decisión y control exclusivo del Estado. Se especifica que el Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia (Asamblea Nacional, 2008).

El texto constitucional en el artículo 314 (Asamblea Nacional, 2008) refrenda que el Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de energía eléctrica y garantizará que las provisiones de estos respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad.

En el artículo 316 se establece el Estado podrá delegar la participación en los sectores estratégicos y servicios públicos a empresas mixtas en las cuales tenga mayoría accionaria. La delegación se sujetará al interés nacional y respetará los plazos y límites fijados en la ley.

Relacionado con la eficiencia energética en el artículo 413 se establece que el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto, que propicien el equilibrio ecológico de los ecosistemas y el derecho al agua.

Amparada en los preceptos constitucionales la planificación del sector eléctrico en el Ecuador ha tenido un giro considerable en el uso de tecnologías ambientales limpias y de energías alternativas no contaminantes mediante el aprovechamiento de las fuentes eficientes de energía.

LEY ORGÁNICA DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA, LAS FUENTES RENOVABLES Y LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

El 16 de enero de 2015, en el Tercer Suplemento del Registro Oficial No. 418, fue publicada la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (Asamblea Nacional, 2015). En su artículo 2, numeral 5 y 6 se establece el desarrollo de mecanismos que incentiven el aprovechamiento técnico y económico de recursos energéticos, especialmente las fuentes renovables, así como formular políticas de eficiencia energética a ser cumplidas por las personas naturales y jurídicas que usen la energía o. provean bienes y servicios relacionados, favoreciendo la protección del ambiente.

Más adelante en el artículo 3, numeral 5 se expone la definición del auto generador como la persona jurídica dedicada a una actividad productiva o comercial, cuya generación eléctrica se destina al abastecimiento de su demanda, pudiendo, eventualmente, producir excedentes de generación que pueden ser puestos a disposición de la demanda. Sin embargo, el legislador se queda corto y no es capaz de apreciar el papel que en este sentido puede jugar la persona natural.

El impulso de la actividad de investigación científica y tecnológica en materia de electricidad, energía renovable y eficiencia energética se protege en el artículo 12, numeral 9 de la propia Ley. En cuanto a la delegación excepcional para participar en actividades del sector eléctrico, se recogen las regulaciones generales en el artículo 25, donde se plantea que es procedente, cuando se trate de proyectos que utilicen energías renovables no convencionales que no consten en el Plan Maestro de Electricidad. Para estos casos, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable podrá delegar su desarrollo, previo el cumplimiento de los requisitos establecidos en la normativa pertinente. Se especifica

que estos proyectos podrán acceder a un esquema de incentivos que se determine en la normativa jurídica respectiva (Asamblea Nacional, 2015). Se ha podido apreciar en la práctica que estas regulaciones lejos de apoyar el aprovechamiento distribuido de las fuentes renovables de energía, se ha constituido en una barrera llena de tramitología y permisos institucionales que no viabilizan los proyectos. Todo ello a pesar de que en el artículo 26 de la propia Ley se recalca que el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable promoverá el uso de tecnologías limpias y energías alternativas. Se especifica que en conformidad con lo señalado en la Constitución que propone desarrollar un sistema eléctrico sostenible, sustentado en el aprovechamiento de los recursos renovables de energía. La electricidad producida con este tipo de energías contará con condiciones preferentes establecidas mediante regulación de ARCONEL. Pero se puede apreciar que lo redactado en este artículo es letra muerta, pues las trabas surgidas a partir de las propias regulaciones institucionales al respecto no estimulan el uso de las fuentes renovables no convencionales en el modo de la generación distribuida.

Similar a lo planteado anteriormente sucede con lo establecido en el artículo 40 de la LOSPEE (Asamblea Nacional, 2015), donde se define que la actividad de generación de electricidad será realizada por empresas públicas, empresas de economía mixta y por otras personas jurídicas privadas y de economía popular y solidaria, debidamente habilitadas por la autoridad concedente para ejercer tal actividad.

LEY ORGÁNICA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

El 19 de marzo del 2019 en el suplemento del registro oficial N° 449 fue inscrita la Ley Orgánica de Eficiencia Energética (LOEE) (Asamblea Nacional, 2019a), que tiene por objeto establecer el marco legal y régimen de funcionamiento del Sistema Nacional de Eficiencia Energética y promover el uso eficiente, racional y sostenible de la energía en todas sus formas, a fin de incrementar la seguridad energética del país, lo que jurídicamente se fundamente en el artículo 14 de la Constitución del Ecuador, que reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir (Asamblea Nacional, 2019).

La declaración de interés nacional y como política de estado el uso eficiente, racional y sostenible de la energía en todas sus formas, como elemento clave en el desarrollo de una sociedad solidaria, competitiva en lo productivo y preocupada por la sostenibilidad económica y ambiental, para fortalecer el impulso y acoplamiento del país hacia un cambio sostenible en su matriz productiva y la incorporación de nuevas tecnologías en su plan maestro de electricidad (Asamblea Nacional, 2019a).

Para cumplir los objetivos fijados en la LOEE resulta clave el aprovechamiento

adecuado de las fuentes renovables de energía en el modo de la generación distribuida, lo que solo se podrá lograr con una voluntad política decidida por el cambio y el apoyo institucional a los proyectos encaminados al aprovechamiento de estos recursos.

REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY ORGÁNICA DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El Reglamento General de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (Asamblea Nacional, 2019b) fue expedido mediante Decreto Ejecutivo No. 355 de 15 de agosto de 2019. En dicho documento regulatorio se incorporó la definición de GD como: "*Pequeñas centrales de generación instaladas cerca del consumo y conectadas a la red de la distribuidora*", para lo que se deben desarrollar estudios que aborden la expansión de la distribución, la inclusión de proyectos de generación distribuida que permitan mejorar las condiciones de calidad y confiabilidad del suministro de energía eléctrica (Asamblea Nacional, 2019). Sin embargo, el legislador no logra visibilizar el aporte que pueden ofrecer estas instalaciones a la eficiencia energética, dedo el efecto reductor de las pérdidas. Además, que técnicamente las instalaciones de este modo de generación que aprovechan las fuentes renovables de energía pueden conectarse directamente a la red del usuario, con la posibilidad de incorporar los excedentes a la red de distribución.

Cuando se abordan los elementos contractuales el legislador no es capaz de definir el tipo de contrato para la persona natural que realiza la generación de energía para el autoconsumo en el modo de la generación distribuida, donde se especifique la relación económica asociada a la retribución de la energía excedente que se incorpora a la red de distribución y que en la práctica es comercializada por la empresa eléctrica.

REGULACIÓN NRO. ARCONEL 003/18, GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

El proyecto de regulación Nro. ARCONEL 003/18, Marco normativo para la participación de la generación distribuida (ARCONEL, 2020), tiene el propósito de establecer las condiciones para el desarrollo, implementación y participación de consumidores que cuenten con generación fotovoltaica de hasta 100 kW, instaladas en la arquitectura de la edificación que estén dentro del pliego tarifario de bajo o medio voltaje (ARCONEL, 2018).

La disposición transitoria primera de la Regulación dispone que hasta que se emita la regulación sobre generación distribuida, las condiciones establecidas en esta regulación para el desarrollo, implementación y participación de consumidores que cuenten con sistemas fotovoltaicos de hasta 100 kW de capacidad nominal, serán aplicables para consumidores residenciales que tengan interés en instalar sistemas fotovoltaicos de hasta 300 kW de capacidad nominal instalada y de menos de 1000 kW para consumidores

comerciales o industriales” (ARCONEL, 2018).

En Abril de 2021 se aprobó por la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables, la regulación denominada Regulación Nro. ARCERNR 001/21 Marco normativo de la Generación Distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica, que tiene como propósito establecer las disposiciones para el proceso de habilitación, conexión, instalación y operación de sistemas de generación distribuida basadas en fuentes renovables para el autoabastecimiento de consumidores regulados (ARCERNR, 2021a).

La LOSPEE establece la estructura institucional y empresarial del sector eléctrico ecuatoriano, como se observa en la figura 15. Adicionalmente, el Reglamento de la LOSPEE posibilita que los usuarios finales puedan instalar sistemas de generación para autoabastecimiento (ARCONEL, 2020).

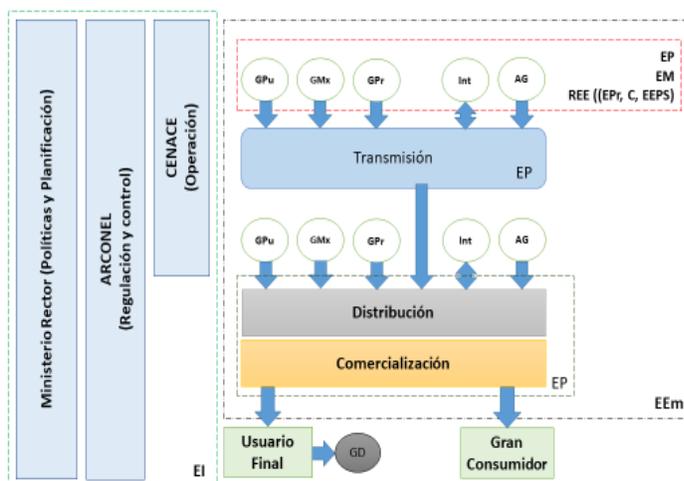



Figura 15. Interrelación institucional - empresarial del servicio público de energía eléctrica.

Fuente: (ARCONEL, 2020).

En el marco normativo vigente, se citan los textos constitucionales, legales, reglamentarios y regulatorios que motivan el desarrollo de una regulación sobre generación distribuida, establecen las responsabilidades generales que tienen las instituciones, empresas del sector eléctrico para el desarrollo de la actividad de generación que abordan los aspectos específicos sobre la generación distribuida.

La generación distribuida es el primer paso hacia un cambio de paradigma en el sistema eléctrico ecuatoriano, debido a las ventajas que presenta como modelo

complementario a la generación centralizada; sin embargo, su correcta implementación requiere de marcos jurídicos, técnicos y económicos adecuados (Espinoza, 2018).

PARTICIPACIÓN TERRITORIAL DE LAS FUENTES RENOVABLES EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA DEL PAÍS

El País cuenta con una potencia efectiva instalada de 8.080,39 MW, de los cuales corresponden a fuentes renovables de energía 5.243,37, que representa el 64,9 %. De las fuentes renovables 5.082,35 MW corresponde a la participación de la fuente hidráulica que representa el 96,9 %. Solo el 3,1 % corresponde a la energía eólica, solar y biomasa juntas (ARCERNR, 2021b).

En la Figura 16 se muestra un gráfico porcentual donde se puede apreciar la participación en cuanto a potencia efectiva instalada de fuentes renovables de energía por regiones socio administrativas en el País.

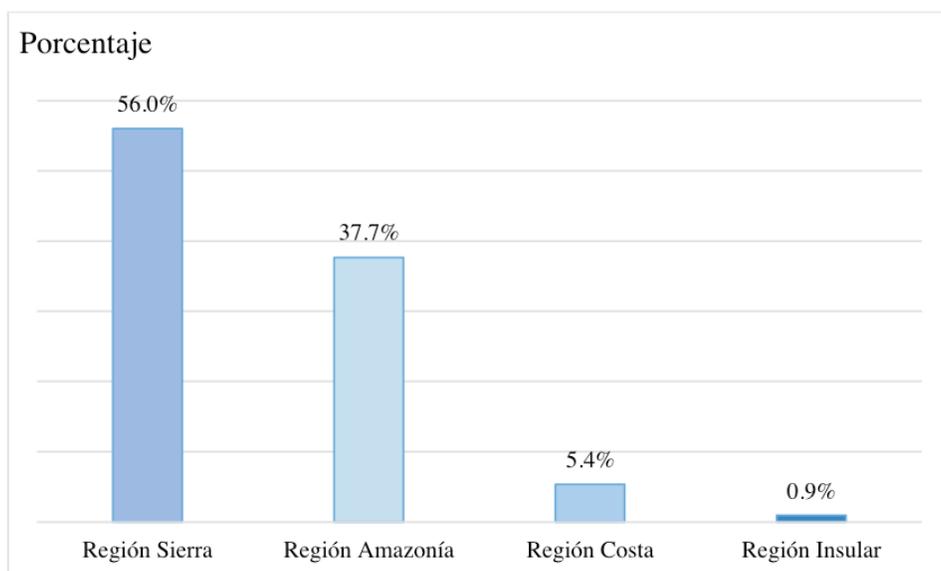



Figura 16. Participación en cuanto a potencia efectiva instalada de fuentes renovables de energía por regiones del País.

Fuente: Elaboración propia a partir de (ARCERNR, 2021b).

El análisis de los datos reflejados anteriormente permite advertir que, a escala nacional se ha logrado la paridad de red entre la participación de las fuentes renovables de energía y las fuentes tradicionales, lo que se debe básicamente al aprovechamiento de la energía hídrica, no resultando igual con la participación del resto de las fuentes renovables.

Se puede apreciar que la participación de las fuentes renovables prevalece en la región de la Sierra y la Amazonía, con una participación prácticamente simbólica en la región de la Costa, donde se acumulan los mayores problemas de calidad y eficiencia energética. Todo ello sucede en una región del País que dispone de importantes reservas de fuentes renovables de energía que no se están aprovechando.

Ello permite advertir que el marco regulatorio energético que se encuentra vigente no ha logrado propiciar una planeación energética coherente con la realidad de algunas regiones del País. Lo justifica la necesidad de una reforma jurídica en el plano energético, que sea capaz de asegurar una planeación simétrica en el uso de los recursos disponibles en los territorios, una norma jurídica que garantice no se cometan los errores del pasado, donde las provincias gocen de una relativa discrecionalidad regulatoria, que les permita desarrollar una matriz energética coherente con la disponibilidad de recursos endógenos, para satisfacer de manera sostenible las necesidades del desarrollo socioeconómico.

CONSIDERACIONES FINALES

El modo de la GD no es un tema técnico nuevo ni desconocido. El servicio público de energía eléctrica surgió en Ecuador como un sistema distribuido. Luego se fue estructurando como un sistema centralizado bajo los estímulos económicos que ofrece el uso de los combustibles concentrados no renovables. El suministro de energía eléctrica a los usuarios finales y la retribución económica justa por parte de estos está consagrado en la Constitución como un servicio público y por ende deben primar los intereses sociales y ambientales por encima de los económicos.

Ni en la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica y su reglamento, así como en la Ley Orgánica de Eficiencia Energética, se realiza una regulación adecuada sobre la GD y el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía. Entre otros problemas en dichas regulaciones no se reconoce el derecho de las personas naturales para participar en la gestión de la energía; algunas de las regulaciones establecidas se convierten en barreras que frenan el adecuado aprovechamiento de los recursos endógenos para propiciar una gestión energética de alta calidad y eficiente; no se realiza una regulación contractual justa entre la institución facultada del Estado y las personas que participan en la generación distribuida con fuentes renovables.

El nuevo proyecto de regulación de la GD muestra algunas contradicciones jurídicas en relación con las Leyes del marco regulatorio establecido. Ello puede traer como consecuencia que se cometan ilegalidades en la introducción de las instalaciones destinadas al aprovechamiento de las fuentes renovables en el modo de la GD.

En Ecuador existe una multidiversidad territorial importante en todos los órdenes de la vida económica y social del País. Ello se logra apreciar en el análisis de los problemas energéticos y especialmente en cuanto a la disponibilidad de recursos endógenos.

Lo expresado anteriormente requiere que se realice una reforma integral al marco regulatorio energético establecido en el País, observando otorgar la suficiente flexibilidad y autonomía regulatoria a los territorios, de manera que puedan dar respuesta legal al adecuado aprovechamiento de las fuentes renovables en el modo de la GD, en armonía con el sistema tradicional y lograr una participación social activa de las personas naturales y los actores locales en la gestión energética del País.

Actualmente el marco regulatorio ha facilitado la introducción a gran escala de la generación con energía hídrica, así como en menor cuantía la generación eólica, fotovoltaica y a partir de los residuales de la biomasa, concentrando las instalaciones en las regiones de la Sierra y la Amazonía. La participación de estas fuentes en la gestión energética en la región de la Costa es prácticamente simbólica, donde existe suficiente

disponibilidad de recursos energéticos endógenos y se acumulan los mayores problemas de calidad y eficiencia energética. Ello refuerza el criterio de otorgar una descentralización discrecional en materia regulatoria a los territorios, para que legalmente puedan apoyar proyectos encaminados a resolver sus propios problemas.

La introducción de los conceptos asociados a la generación distribuía supone un complemento a la forma de generación centralizada que existe actualmente. Una correcta implementación permitirá un mayor mercado eléctrico, diversificando también la matriz energética, permitiendo además llegar a lugares de difícil acceso o con calidad de energía deficiente, elevando la eficiencia y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

REFERENCIAS

Álvarez, L., Neves, L., López, J., & Zambrano, S. (30 de diciembre de 2017). Impacto de la generación distribuida en la red de distribución. Maskana, 8, 259-271. Recuperado el 21 de marzo de 2021, de https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1985

Arancibia, M. E. (2008). El uso de los sistemas de información geográfica –SIG- en la planificación estratégica de los recursos energéticos. Polis, Revista Latinoamericana, 10. doi:http://dx.doi.org/10.4067/S0718-65682008000100012

ARCERNR. (2021a). Marco normativo de la Generación Distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica. Recuperado el 21 de mayo de 2021, de https://www.energiaestrategica.com/wp-content/uploads/2021/05/Resolucion-Nro.-ARCERNNR-013-2021-signed-signed.pdf

ARCERNR. (2021b). Panorama Eléctrico. Edición 2. Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables. Recuperado de: https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/2da-Edicion-Panorama.pdf

ARCONEL. (2018). Regulación Nro. ARCONEL-003/18 “Microgeneración fotovoltaica para autoabastecimiento de consumidores finales de energía eléctrica”. Recuperado el 2021 de marzo de 27, de https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/Codificacion-Regulacion-No.-ARCONEL-003-18.pdf

ARCONEL. (2020). Proyecto de Regulación: Marco normativo para la participación de la generación distribuida. Proyecto. Recuperado el 2021 de 03 de 27, de https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/04/21_Inf-Sust-Reg-Gen-Distrib_V6_Dir.pdf

Argentin,gob.ar. (15 de 10 de 2022). Obtenido de Generación Distribuida.: https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/generacion-distribuida/que-es-la-generacion-distribuida/preguntas-frecuentes#2

Asamblea Nacional. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Recuperado el 2021 de marzo de 27, de https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf

Asamblea Nacional. (2015). Ley orgánica del servicio público de energía eléctrica. Recuperado el 2021 de marzo de 27, de http://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/11/mar/Ley%20Org%C3%A1nica%20del%20Servicio%20P%C3%BAblico%20de%20Energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica%20-%20RO418%202015_ene_16.pdf

Asamblea Nacional. (2019a). Ley Orgánica de Eficiencia Energética. Recuperado el 29 de marzo de 2021, de https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/Ley-Eficiencia-Energe%CC%81tica.pdf

Asamblea Nacional. (2019b). Reglamento General de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica. Recuperado el 2021 de marzo de 27, de https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/08/1620515502.pdf

Bamericas. (10 de diciembre, de 2019). El estado de la generación distribuida en Latinoamérica de cara a 2020. Obtenido de bamericas: https://www.bnamericas.com/es/reportajes/el-estado-de-la-generacion-distribuida-en-latinoamerica-de-cara-a-2020

Bauza, V. (2017). Un nuevo amanecer: Argentina aprovecha su potencial de energías renovables. International Finance Corporation (IFC). https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/news_ext_content/ifc_external_corporate_site/news+and+events/news/argentina-taps-into-its-renewable-energy-potential-v_spanish.

Bondarik, R., Pilatti, L., & Horst, D. (2018). Uma Visão Geral Sobre o Potencial ge Geração de Energias Renováveis no Brasil . Revista Interciencia. Vol. 43. Nº 10. Doi. 0378-1844/14/07/468-08. https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/10/680-HORST-43_10.pdf, pp.1-9.

Caamaño Martín, E. (3 de marzo de 1998). EDIFICIOS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS A LA RED. Madrid, España. Recuperado el 2021 de marzo de 25, de http://oa.upm.es/1322/

Castellanos, A. F. (2018). Impacto de la regulación de energía eléctrica en generación distribuida en países de América Latina y el Caribe. Bogotá Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ingeniería. Recuperado el 25 de marzo de 2021, de http://hdl.handle.net/11349/14768

Carles, R. (2011). Recursos energètics i crisi. La fi de 200 anys irrepetibles. Barcelona, España: Octaedro.

Comillas. (2009). CRITERIOS PARA INCORPORAR LA COGENERACIÓN EN UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA LIMPIO. Instituto de investigación tecnológica.

Concepto . (10 de 2022). Generación eléctrica. Obtenido de https://concepto.de/generacion-electrica/

CONELEC. (2009). Inventario de recursos Energéticos del Ecuador con fines de Generación Electríca,. www.conelec@gob.ec, .

CONELEC. (2020). Electricidad, Plan Maestro de Electrificación,. r www.conlec.gob.ec, Quito-Ecuado.

Conferencia Internacional de Energías Renovable. (2004). Conferencia Internacional de Energías Renovables. Bonn, Alemania, en junio de 2004. Disponible en línea: http://www.

COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. (2013). Santiago de Chile, 27 January 2013 5747/13 PRESSE 31 SANTIAGO.

ENDESA . (12 de 10 de 2022). Obtenido de Generación distribuida: https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/generacion-distribuida

Energetic. (15 de 5 de 2020). Obtenido de Cambio de paradigma en el sistema eléctrico: https://enertic.org/cambio-de-paradigma-en-el-sistema-electrico/

Espinoza, S. (7 de marzo de 2018). Generación distribuida y su aplicabilidad en Ecuador. El Telégrafo. Recuperado el 24 de marzo de 2021, de https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/punto-de-vista/3/generacion-distribuida-y-su-aplicabilidad-en-ecuador

Fernández, S. (2020). Energías renovables en Brasil. Ficha sector Brasil. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Brasilia. España, Exportación e Inversiones (ICEX). Downloads/DOC2021868390.pdf, pp.1-10.

Fundación YPF. (2017). Energía Para Aprender. Un Recorrido por el Mundo de la Energía. Buenos Aires, Argentina: Fundación YPF. 1a edición. https://fundacionypf.org/Documents/Publicaciones/Energia-para-aprender.pdf .

García, J. (29 de junio, de 2020). Los 6 paradigmas de la energía para 2025. Obtenido de La oficina de Javier .

Gasca, E., & Bulnes, A. (2010). Las Energias renovables: La Energia Solar y sus implicaciones. Revista Digital Universitaria , pp.1-27.

Hernández Mendible, V. (2013). Regulación comparada de energías renovables. Universidad Externado de Colombia, pp. 257.

IICA. (2014). Guía Metodológica: Uso y acceso a las energías renovables en territorios rurales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).San José, Costa Rica. ISBN: 978-92-9248-548-1. http://www.iica.int, pp.50.

IPCC. (2011). Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). ISBN 978-92-9169-331-3, pp.242.

López, L. (2018). Generación Distribuida: Tecnologías de Generación y Sistemas de Almacenamiento de Energía. Escuela Técnica Superior de Ingeniería, https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/92097/fichero/TFG-2097-LOPEZ.pdf.

MERNNR. (2018). Plan Maestro de Electricidad. Recuperado el 2021 de marzo de 25, de https://www.recursosyenergia.gob.ec/plan-maestro-de-electricidad/

Mongelluzzo, M. (2021). Desafíos y Oportunidades de Argentina en el contexto de la transición energética global. https://mase.lmneuquen.com/argentina/argentina-tiene-un-potencial-inmejorable-convertirse-una-potencia-energia-renovable-n848641.

Navarez Avendaño, C. M., & Tamay Crespo, J. P. (Julio de 2013). Análisis del esquema regulatorio de organización del sector eléctrico ecuatoriano vigente hasta agosto del 2008 y estudio de los efectos del mandato Constituyente No.15 sobre el mercado Eléctrico. Análisis del esquema regulatorio de organización del sector eléctrico ecuatoriano vigente hasta agosto del 2008 y estudio de los efectos del mandato Constituyente No.15 sobre el mercado Eléctrico, 128. Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Recuperado el 23 de marzo de 2021, de https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4871?mode=full

ONU. (2020). a 26ª Conferencia de las Partes de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP26) se celebra en Glasgow (Reino Unido). ONY.

Pereira, M. (2015). Las energías renovables: ¿Es posible hablar de un derecho energetico ambiental? Elementos para una discusión. Jurídicas CUC, 11(1). Universidad de la Costa. EDUCOSTA. Colombia. Dialnet-LasEnergiasRenovables-5162525%20(2).pdf, pp.233-254.

Polemos . (2022). Apuntes sobre la generación distribuida de las energías renovables en América Latina: retos y limitaciones del caso peruano. Obtenido de Polemos : https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:n3ivjHE5jrwJ:https://www.polemos.pe/apuntes-sobre-la-generacion-distribuida-de-las-energias-renovables-en-america-latina-retos-y-limitaciones-del-caso-peruano/&cd=9&hl=es&ct=clnk&gl=ve&client=firefox-b

Ponce, M. A. (03 de 06 de 2019). La energía solar fotovoltaica distribuida y las Smart Grid como modelo para diversificar la matriz energética de Ecuador. (U. N. Industriales, Ed.) Madrid. Recuperado el 23 de marzo de 2021, de http://e-spacio.uned.es/fez/view/tesisuned:ED-Pg-TecInd-Maponce

Quinta Cumbre de las Américas. (2009). Quinta Cumbre de las Américas. Declaración de Compromiso de Puerto España. “Asegurar el futuro de nuestros ciudadanos.

RENA. (2017). Estadísticas de capacidad renovable 2017. . International Renewable Energy Agency. , https://goo.gl/Lp2F5b.

Robles, C. &. (2018). Un panorama de las energías renovables en el Mundo, Latinoamérica y ColombiaVol. 39 (Nº 34). . . Revista Espacios. .

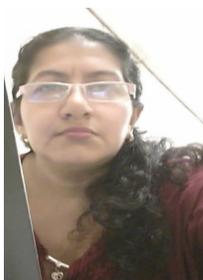
Rujano, P. (2020). Ingeniar . Obtenido de Generación distribuida ¿Cambio de paradigma?: https://pensarfuturo.com.ar/generacion-distribuida-cambio-de-paradigma/

Secretaria de Energía de Argentina. (2018). Energía. Secretaria de Energía de Argentina. https://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3877, pp.1-16.

United Nations General Assembly Declares . (2014). United Nations General Assembly Declares 2014-2024 Decade of Sustainable Energy for All (21 December 2012) http://www.

Vallejo, G. (2016). La captura regulatoria y su relación con las fallas del mercado. repository.ucatolica.

Vivanco, E. (2020). Energías renovables y no renovables. Ventajas y desventajas de ambos tipos de energía. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN. Asesoria Técnica Parlamentaria. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29102/1/BCN_Energia_renovable_y_no_renovable_ventajas_y_desventajas_final.pdf, pp.1-9.

BYRON FERNANDO CHERE QUIÑÓNEZ - nació en Esmeraldas, Ecuador en el año 1992. Graduado de Ingeniero Eléctrico en el año 2016 en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas. En el año 2022 obtuvo el título de Magister en Electricidad Mención en Sistemas Eléctricos de Potencia en la Universidad Técnica de Manabí. Cuenta con 4 diplomados en Electricidad Domiciliaria, Ingeniería Eléctrica, Sistemas de Potencia, Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica y Gestión de Eficiencia Energética. Director Ejecutivo PIACT Perla de Innovación Académica, Científica Tecnológica. Investigador Acreditado Activo en la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, Member of Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Section Control Systems. Miembro Científico Editorial Internacional, Editor Asociado y Revisor Especializado por Pares Ciegos en Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies. Cuenta con más de 40 publicaciones de artículos científicos indexadas en bases de datos a nivel mundial, 3 libros publicados, sobre La Universidad en el Marco de la Pandemia del Siglo XXI, Análisis de Confiabilidad en Alimentadores de Distribución, Aplicando Métodos Simulativos, Guía de Estilo para Sistemas Eléctricos de Potencia. Ha participado en numerosos eventos científicos Nacionales e Internacionales. Actualmente se desempeña como Docente Investigador en la Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas.

Alcira Magdalena Vélez Quiroz, Nació en Portoviejo-Manabí, Ecuador en el año de 1970, vive en la Ciudadela El Maestro de Portoviejo-Manabí-Ecuador. Graduada de Ingeniera Eléctrica en Sistema Eléctricos de Potencia en el año 1997 en la Universidad Técnica de Manabí. En el año 2011 obtuvo su título de Magister en Gerencia Educativa en la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Doctorante en Ciencias Técnicas la Cujae, en La Habana-Cuba. Es docente de la Carrera de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas (FCMFQ) de la Universidad Técnica de Manabí. Más de 20 años dedicada a la docencia y la investigación. Actualmente imparte asignaturas como Electrotecnia, Ingeniería Eléctrica y Eficiencia Energética. Autora de más de 30 artículos y 5 libros referente a Calidad de Energía, Eficiencias Energéticas, Energías Fotovoltaicas, etc. Ha participado en varios congresos nacionales e internacionales como ponente. Ha sido reconocida por méritos investigativos en la UTM, también coordinadora de la carrera de eléctrica y docente representante ante el Honorable Consejo Universitario de la Universidad Técnica de Manabí.

MARÍA RODRÍGUEZ GÁMEZ - Profesor Titular e Investigación: Investigador. Lic. Educación, Especialidad: Física y Astronomía, en el ISP “Frank País García”, Santiago de Cuba, Cuba, 1981, MsC. Ordenación y Desarrollo Territorial (Planificación Estratégica Fuentes renovables de energías). Universidad Internacional de Andalucía: La Rábida, Sevilla España, Dra. Estrategias y Planificación del territorio en Fuentes Renovables de Energía, en el Departamento de Geografía, historia y Filosofía, Universidad Pablo de Olavide, Sevilla España, 2011, Evaluador del programa CYTED, Experto en programas de Fuentes Renovables Energía, Especialista de Medio Ambiente, Auditor de Medio Ambiente, Par evaluador de Revistas indexadas
https://orcid.org/0000-0003-3178-0946
ID de autor de Scopus: 57204684841

MARÍA ISABEL VÁSQUEZ CONSTANTINE - nació en Esmeraldas, Ecuador en 1992. Obtuvo el título de Ingeniero Eléctrico en el año 2018 en la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas. Actualmente es egresado de la Maestría en Electricidad Mención Sistemas Eléctricos de Potencia en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Actualmente se desempeña como Consultor Técnico para la ejecución de la etapa preparatoria y precontractual de los procesos de redes de media y baja tensión asociado al costo del SPEE y SAPG GP en CNEL EP UN Esmeraldas.
Áreas de Interés: Automatización y Control Industrial, Protecciones Eléctricas, Redes de Distribución, Sistemas de Potencia.

GINO JOAQUÍN MIELES MIELES - Nació en Olmedo-Manabí en el año 1969. Formado como Técnico en Electricidad en 1988 y Técnico Superior en Electromecánica en 1991 en el Instituto Técnico Superior Paulo Emilio Macias Sabando. Graduado como Ingeniero Eléctrico en Sistema Eléctricos de Potencia en 1997 en la Universidad Técnica de Manabí. Magister en Gerencia Educativa en la Universidad Estatal del Sur de Manabí en el año 2009. Magister en Electricidad Mención Sistemas Eléctricos de Potencia en Universidad Técnica de Manabí en el año 2022. Más de 20 años dedicado a la docencia y la investigación. Actualmente se desempeña como Docente de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Técnica de Manabí. Imparte asignaturas como Física III, Electricidad y Magnetismo, Física I On Line. Cuenta con más de 20 artículos y más de 5 libros referentes a Calidad de Energía, Eficiencias Energéticas, Energías Fotovoltaicas, Distribución de Energía en Zonas Rurales etc. Ha participado en varios congresos nacionales e internacionales como ponente. Ha sido reconocido por méritos investigativos en la UTM por varios años. Colabora en la parte técnica con la carrera de Electricidad de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas (FCMFQ) y en la Facultad de Ciencias Informáticas en la carrera de TICS de la Universidad Técnica de Manabí en impartición de clases en modalidad On Line. Fue funcionario de CNEL EP por más de 20 años, cuenta con una amplia experiencia en Distribución de Energía Eléctrica en Zonas Rurales. Fue Superintendente Técnico de la Regional Portoviejo en 2014-2015.

DENIS FABRICIO GARCÍA PINARGOTE - Nacido en Portoviejo-Manabí en el año 1993, Obtuvo el título de Ingeniero Eléctrico en el año 2017 en la Universidad Técnica de Manabí. En el año 2022 obtuvo el título de Magister en Electricidad Mención en Sistemas Eléctricos de Potencia en la Universidad Técnica de Manabí. Autor de 2 publicaciones de artículos científicos indexados en bases de datos a nivel mundial. Actualmente se desempeña como profesional independiente.
Áreas de Interés: Fuentes Renovables de Energía, Sistemas Eléctricos de Potencia, Automatización y Control Industrial, Protecciones Eléctricas y Redes de Eléctricas de Distribución

SOBRE LOS AUTORES

GEORGE JOSELO BENÍTEZ SORNOZA - Nació en Portoviejo - Manabí en el año 1980. Técnico en Electricidad en 1997 en el Instituto Técnico Superior Paulo Emilio Macias Sabando. Graduado como Ingeniero Eléctrico en Sistema Eléctricos de Potencia en el 2006 en la Universidad Técnica de Manabí. Magister en Electricidad Mención Sistemas Eléctricos de Potencia en Universidad Técnica de Manabí en el año 2022. Más de 20 años de experiencia en el sector eléctrico ecuatoriano. Servidor Público en CNEL EP desde el 2010 donde ha estado al frente de las jefaturas de Operación y Mantenimiento, Ingeniería y Construcciones y Alumbrado Público en CNEL EP Unidad de Negocios Bolívar, Director Técnico en CNEL EP Unidad de Negocios Manabí y Director de Mantenimiento en CNEL EP Ha liderado proyectos de implementación de trabajos con líneas energizadas e implementación del ArcGIS, ha implementado 6 procedimientos y 12 instructivos para la ejecución de trabajo seguro en las redes de distribución eléctrica, sobre la base de la gestión por procesos. Ha publicado artículos científicos sobre fuentes renovables de energía y estrategias para delimitar perdidas técnicas en las redes de distribución. Ha participado en varios congresos nacionales e internacionales como ponente

ANTONIO VÁZQUEZ PÉREZ - Profesor e Investigador. Licenciado en Derecho, Máster Internacional en Formación Ambiental, Doctor en Filosofía y Letras de la Universidad de Alicante, España Especialista en Gestión del Potencial Humano, Reducción de desastres, Derecho Ambiental Internacional y Marco Regulatorio de las fuentes renovables de energía Formación Ambiental, Sistemas de Información Geográfica, Evaluador de proyectos de energía del Ministerio de Energía y Minas en Cuba
https://orcid.org/0000-0002-2994-8626
Scopus Author ID: 57210942626